

Der Verlauf des Nervus radialis
im Bereich des Ellenbogengelenkes
unter Berücksichtigung der Strukturen,
an denen der Nerv geschädigt werden kann

Robert Maximilian Langguth

Disbui. München

1987



Aus der Handchirurgischen Abteilung der Chirurgischen Klinik
und Chirurgischen Poliklinik der Ludwig - Maximilians -
Universität München

Direktor: Professor Dr. L. Schweiberer

Aus der Anatomischen Anstalt der Ludwig - Maximilians -
Universität München

Vorstand: Professor Dr. H. Frick

Der Verlauf des Nervus radialis im Bereich des
Ellenbogengelenkes unter Berücksichtigung der Strukturen,
an denen der Nerv geschädigt werden kann.

Dissertation

zum Erwerb des Doktorgrades der Zahnheilkunde
an der medizinischen Fakultät der
Ludwig - Maximilians - Universität zu München

vorgelegt von

Robert Maximilian Langguth

aus

München

1987

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Professor Dr. K. Wilhelm

Mitberichterstatter: Professor Dr. B. Rosemeyer

Professor Dr. F. Rueff

Mitbetreuung durch den
promovierten Mitarbeiter: Dr. E. Kaiser

Dekan: Professor Dr. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 24.11.1987

Inhaltsverzeichnis

Literaturübersicht.....	S. 1 - 5
Verlauf des Nervus radialis.....	S. 6 - 7
Problemstellung.....	S. 8
Material und Methode.....	S. 9
Befunde	
Einzelbefunde.....	S. 10 - 48
Zusammenfassung der Befunde.....	S. 49 - 63
Diskussion.....	S. 64 - 69
Zusammenfassung.....	S. 70 - 71
Literatur.....	S. 72 - 76
Lebenslauf.....	S. 77

LITERATURÜBERSICHT

Schmerzzustände im Ellenbogenbereich werden häufig durch akute (Trauma) oder chronische (Überbeanspruchung) Reizung im Ursprungsgebiet von Unterarmmuskeln ausgelöst (6,7,16,27).

In den letzten Jahren hat man für diese Schmerzen auch die Kompression des Nervus radialis (N.r.) verantwortlich gemacht und über Einzelfälle berichtet.

Der N. radialis kann nach der Literatur durch Nachbarorgane (Blutgefäße, Bänder, Muskeln) oder durch raumfordernde, pathologische Veränderungen im Nerven selbst (Neurinom) oder in seiner Umgebung (Cyste, Entzündung) eingeengt werden.

Blutgefäße: In einzelnen Fällen (13,14,22) hat das Gefäßbündel der "Radial recurrent Arterie und Vene" den R. profundus des N. radialis von seinem Ursprung bis zum Eintritt in den M. supinator derart eng umschlossen, daß "Schmerzen im Ellenbogen" auftraten. Die Schmerzen waren vor allem bei Streckbewegungen des Unterarms und Beugungen des Handgelenks zu spüren. Die Extension des Ellenbogengelenks und der Finger war oft eingeschränkt. Die Patienten klagten über eine Grifffschwäche.

Bänder: LISTER, BELSOLE und KLEINERT (13) beobachteten die gleichen Schmerzsymptome und Bewegungseinschränkungen, wie sie durch komprimierende Blutgefäße verursacht werden. Die Autoren sahen als Ursache ein "fibröses Band" an, das den Nervus radialis im "Radialtunnel" einengte.

SHARRARD (23) beschrieb ein "fibröses Band", das den R. profundus des N. radialis 1 cm nach seinem Abgang aus dem N. radialis gegen die "Kapsel des Ellbogens" drückte und dort komprimierte. Nach dieser Enge war der R. profundus etwa auf die Länge von 1 cm ödematös verdickt. Der Patient klagte über Schmerzen in diesem Bereich und eine Einschränkung der Extension des Unterarms.

In einem weiteren Fall (4) wurde der R. profundus bei seinem Austritt aus dem M. supinator durch ein 3 mm breites "fibröses Band" komprimiert. Das Band zog von der Ulna durch den M. supinator zum Radius, wobei es die distale Kante des Muskels formte. Die Einengung erfolgte nur bei gestrecktem Unterarm und führte zu einer Schwächung der Pronation.

Muskeln: 1) M. extensor carpi radialis brevis

Verschiedene Autoren (10,13,21,22,28) beschrieben, daß die sehnige "Muskelkante" des M. extensor carpi radialis brevis dort Druck auf den R. profundus ausübte, wo der Nerv unter diesem Muskelanteil hindurchzog. Die Patienten klagten über Schmerzen bei Extensionsbewegungen, über eine eingeschränkte Extension des Unterarms und über eine Grifffschwäche bis hin zur Parese.

2) M. supinator

Der M. supinator umgreift den R. profundus des N. radialis an seinem Durchtritt mit einem fibrösen - membranösen, sehnartigen Bogen. Eine Schädigung des R. profundus wird auf diese scharfe Kante zurückgeführt

(6,13,18,21,22,28,30). Die Patienten leiden unter Schmerzen im Ellenbogenbereich, sowie einer eingeschränkten Extensionsfähigkeit des Unterarms und der Finger bis hin zu einer vollständigen Parese der Finger- und Handextensoren, mit Ausnahme des M. extensor carpi radialis, M. brachioradialis und M. supinator, deren Nervenäste proximal des M. supinator abzweigen. SOMMERVILLE (24) nennt den sogenannten Supinatorkanal (Verlaufsstrecke des R. profundus durch den M. supinator) einen Engpaß für den R. profundus des N. radialis. Auch MUMENTHALER (21) hält eine Nervenkompression in diesem Bereich für möglich. Angaben über eine genauere Lokalisation der Kompression, sowie der Folgen werden von beiden Autoren nicht gemacht.

Pathologische Veränderungen

1) direkt am N. radialis

STÖHR und REILL (26) stellten bei einem Patienten eine 5 cm lange Verdickung des Epineurium des N. radialis nach seinem Durchtritt durch das Septum intermusculare lateralis des Oberarms fest. Die klinische Untersuchung ergab eine geringe Parese des M. brachioradialis und eine fast vollständige Parese des M. supinator und der Extensoren des Handgelenks und der Finger.

2) in der Umgebung des N. radialis

a) Tumor

Gutartige Tumoren im Ellenbogenbereich haben in

mehreren Fällen durch ihr expansives Wachstum eine Kompression des N. radialis verursacht. SOULE, BARBER und MACCARTY (25) entfernten operativ 3 Lipome, die den N. radialis oberhalb des Ellenbogens am Humerus komprimierten. Der Durchmesser der Lipome betrug jeweils knapp 5 cm. Bei einem weiteren Patienten fanden die Autoren ein Fibrolipom, das den N. radialis unterhalb des Ellenbogens gegen den Radius drückte, ohne daß Symptome einer Druckschädigung zu beobachten waren. Lipome können an den verschiedensten Stellen im Ellenbogenbereich auftreten und eine Kompression des N. radialis verursachen (3,15,19,23). Die Tumoren erreichen eine Größe bis zu einem Durchmesser von 7 cm. Eine unterschiedlich stark ausgeprägte Parese der Unterarm- und Fingerextensoren ist meist die Folge.

b) Cyste

Als Ursache für eine eingeschränkte Extensionsfähigkeit der Finger fanden BOWEN und STONE (1) eine Cyste mit einem Durchmesser von 3,75 cm. Die Cyste lag zwischen dem oberflächlichen und tiefen Anteil des M. supinator und engte den R. profundus des N. radialis in seinem Verlauf durch den M. supinator ein.

c) Synovitis

MILLENDER (17) berichtet von einem Patienten, bei dem eine Synovitis zur Ausdehnung der Gelenkkapsel und somit zu Druck auf den M. supinator führte. Der Muskel seinerseits komprimierte den R. profundus des N. radialis im Supinatorkanal. Die Nervenschädigung äußerte sich in einer Parese der Fingerextensoren.

d) Rheumatische Arthritis

MARMOR, LAWRENCE und DUBOIS (16) sahen die Ursache einer Lähmung des R. profundus in der rheumatischen Arthritis des Patienten. Aufgrund des zerstörten Orbicularbandes war es zu einer Dislokation des Radiuskopfes gekommen. Die Verlagerung und die entzündungsbedingte Schwellung führten zu einer Zugbelastung des R. profundus, wodurch Schmerzen im Ellenbogenbereich und eine Parese der Fingerextensoren ausgelöst wurden.

Tabellarische Übersichten über mögliche Ursachen einer Radialiskompression finden sich bei LISTER, BELSOLE und KLEINERT 1979 (13), THOMAS und TILLMANN 1980 (27), WILLIAM und SPONSELLER 1983 (29) und MOSS u. SWITZER 1983 (20).



Verlauf des N. radialis im Bereich des Ellenbogengelenks

Der N. radialis liegt an der Dorsalseite des Humerus dem Knochen im Sulcus N. radialis unmittelbar an. Nach seinem Durchtritt durch das Septum intermusculare lateralis verläuft der N. radialis in einer Bindegewebshülle zwischen dem M. brachialis und M. biceps (medial), sowie den Muskeln brachioradialis, extensor carpi radialis longus und brevis (lateral). Diese Verlaufsstrecke wurde von ROLES und MAUDSLEY (22) 1972 als "Radialtunnel" bezeichnet. In diesem Bereich gibt der N. radialis Äste zum M. brachioradialis, M. extensor carpi radialis longus und zur Kapsel des humero - radialen Gelenks ab. Vereinzelt ziehen auch Äste zum M. brachialis.

Der N. radialis teilt sich etwas proximal des humero - radialen Gelenkspalts in den motorischen R. profundus und den sensiblen R. superficialis. Aus dem R. profundus ziehen Muskeläste zum M. extensor carpi radialis brevis und zum M. supinator. Dieser Muskel entspringt am Epicondylus lateralis humeri, an der Gelenkkapsel und an der dorsalen Kante der Ulna. Als dünne Muskelplatte liegt er dem Radius direkt auf. Der R. profundus tritt in den M. supinator ein und zieht spiralig um das proximale Ende des Radius nach dorsal. Der R. profundus ist an seinem Eintritt in den M. supinator halbkreisförmig von straffem Bindegewebe umgeben. Diese Stelle wurde von FROSHE und FRÄNKEL (9) 1908 als "Arcade of Froshe" bezeichnet. Der R. profundus verläuft nun schräg nach distal und lateral in den Muskel. Nach seinem Austritt aus dem M. supinator zweigen Rami dorsales zur Versorgung der oberflächlichen Extensoren (M. extensor digitorum communis, M. digitorum minimi, M. extensor carpi ulnaris) und Rami anteriores, welche die tiefen Muskelschichten dieser Region innervieren (M. abductor pollicis longus, M. extensor pollicis longus, M. extensor indicis proprius) ab. Der Endast des R. profundus zieht als N. interosseus posterior auf der Membrana interossea bis auf die Dorsalfläche der Handgelenke und innerviert das Periost von

Radius und Ulna und die Kapsel der Handgelenke.

Der R. superficialis zieht zwischen dem M. brachioradialis und M. extensor carpi radialis distalwärts. Er tritt ulnar der Sehne des M. brachioradialis in die Subcutis ein und spaltet sich in Höhe des Retinaculum extensorum in seine Endäste auf. Er innerviert sensibel die Dorsalseite des Daumengelenks, die Dorsalseite des Zeigefingers und des Mittelfingers bis zum Mittelgelenk, sowie die mesiolaterale Dorsalseite des vierten Fingers bis zum Mittelgelenk.

PROBLEMSTELLUNG

Da über Kompressionsmöglichkeiten des N. radialis nur vereinzelt berichtet wird und genauere Angaben über Art und Lokalisation der einengenden Strukturen in der Literatur fast vollständig fehlen, sollen in der vorliegenden Arbeit der anatomische Verlauf des N. radialis im Ellenbogenbereich und Strukturen, welche den Nerv schädigen können, genau untersucht werden.

MATERIAL UND METHODE

Zur Untersuchung standen 35 Arme Erwachsener (Alter über 70 Jahre) zur Verfügung.

Der N. radialis wurde in seinem Verlauf beginnend vom Septum intermusculare lateralis am Oberarm dargestellt. Muskeln, die den Nerv bedeckten, wurden stumpf abgedrängt oder, falls nötig, durchtrennt. Der im M. supinator verlaufende R. profundus wurde freigelegt. Die Darstellung des R. profundus erfolgte bis zum Muskeleintritt der Endäste. Der R. superficialis wurde bis zu seinem Hervortritt ulnar der Sehne des M. brachioradialis verfolgt.

Die Fixation am Durchtritt durch das Septum intermusculare lateralis, fibröse Bänder, den Nerv kreuzende Gefäße, der sehnige Rand des M. extensor carpi radialis brevis, die Ein- und Austrittsstelle in den M. supinator, sowie der Supinatorkanal fanden besondere Beachtung.

Für die gemessenen Distanzen wurde der Gelenkspalt des Ellenbogengelenks und des Handgelenks als Bezugsebene gewählt. (s. Tabelle 1)

BEFUNDE

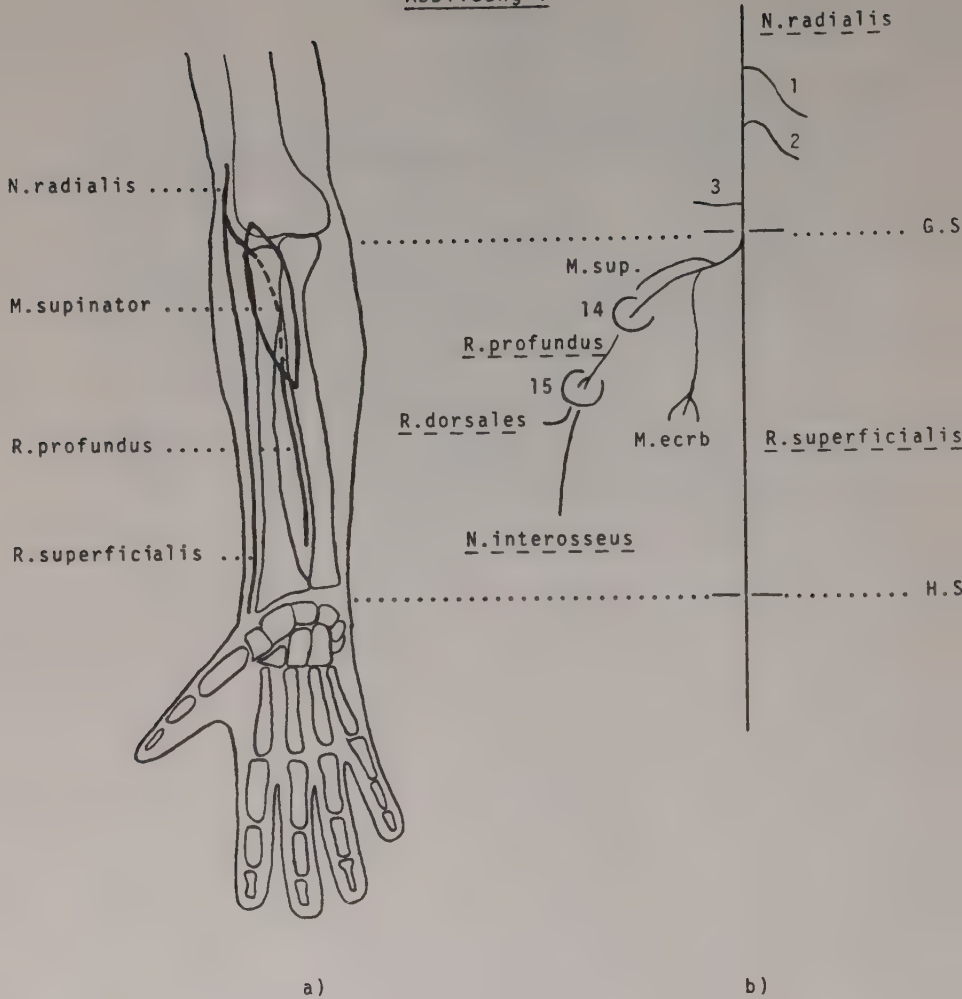
Bei der Beschreibung des N. radialis an den Präparaten 1-35 wurden folgende Abkürzungen und Symbole verwendet.

M.b.	M. brachialis
M.br.	M. brachioradialis
M.ecrl	M. extensor carpi radialis longus
M.ecrb	M. extensor carpi radialis brevis
M.sup.	M. supinator
N.r.	N. radialis
N.int.	N. interosseus dorsalis
R.supf.	Ramus superficialis N. radialis
R.prof.	Ramus profundus N. radialis
G.	Nervenast zum Ellenbogengelenk
G.S.	Mitte des Gelenkspalts des Ellen- bogengelenks
H.S.	Mitte des Gelenkspalts des Hand- gelenks

In den Präparaten 1-35 werden mit den Buchstaben A - G folgende Strukturen beschrieben:

- A) Fixation am Septum intermusculare lateralis
- B) Kreuzende Bindegewebszüge
- C) Gefäße, die den M.br. und den M.ecr1 versorgen und auf Grund ihres Verlaufs Druck auf den N.r. ausüben können
- D) Sehniger Rand des M.ecrb
- E) "Arcade of Froshe": Fasern des M.sup., die am Ligamentum collaterale lateralis entspringen und proximalwärts der Tuberositas radii ansetzen. Unter diesem Strang tritt der R. profundus in den M.sup. ein. Die Arkade kann fehlen, den R. profundus eng oder weit umschließen und ganz oder nur lateral aus Sehnengewebe bestehen.
- F) Sehnige Strukturen oder straffes Bindegewebe (Fascie) des M.sup. an der Austrittsstelle des R.prof.
- G) Sonstiges

Abbildung 1

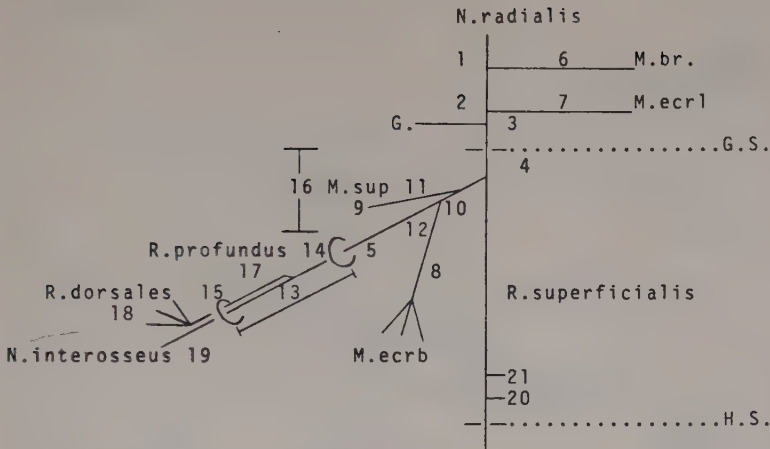


a) Der Verlauf des N. radialis im Ellenbogen und Unterarm.

b) Schematische Darstellung der Aufzweigung des N. radialis.

Zur Bezeichnung der Radialisäste siehe Tabelle 1.

Tabelle 1



Schematische Darstellung der Verzweigung des N.radialis:

Distanzen zwischen dem G.S. des humero - radialen Gelenkes und

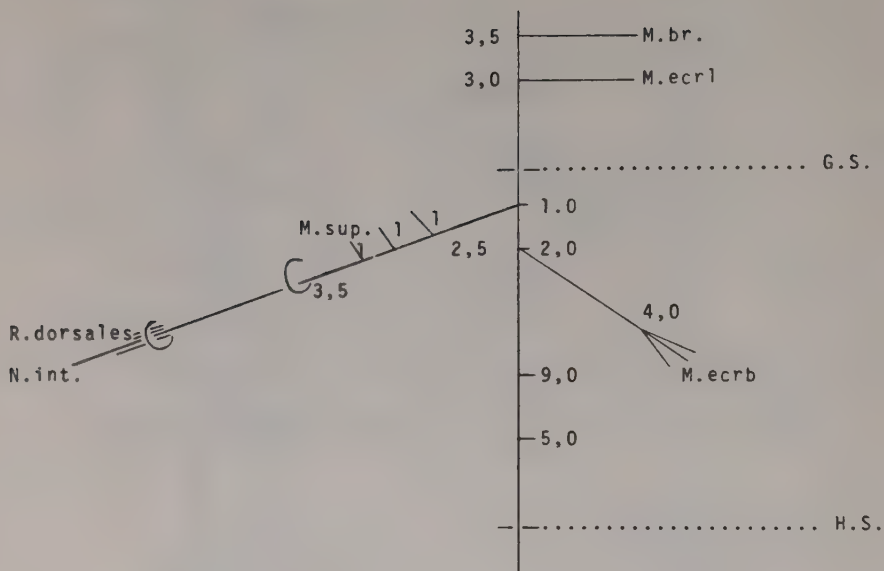
- 1) einem Ast zum M.br.
- 2) einem Ast zum M.ecr1
- 3) einem Ast zum G.
- 4) der Aufteilung des N.r. in R.supf. u. R.prof.
- 5) dem Eintritt des R.prof. in den M.sup.

6)-9) Distanzen von der Abzweigung des Nervenastes bis zum jeweiligen Muskel

Distanzen zwischen der Aufteilung des N.r. in R.prof. und R.supf. und

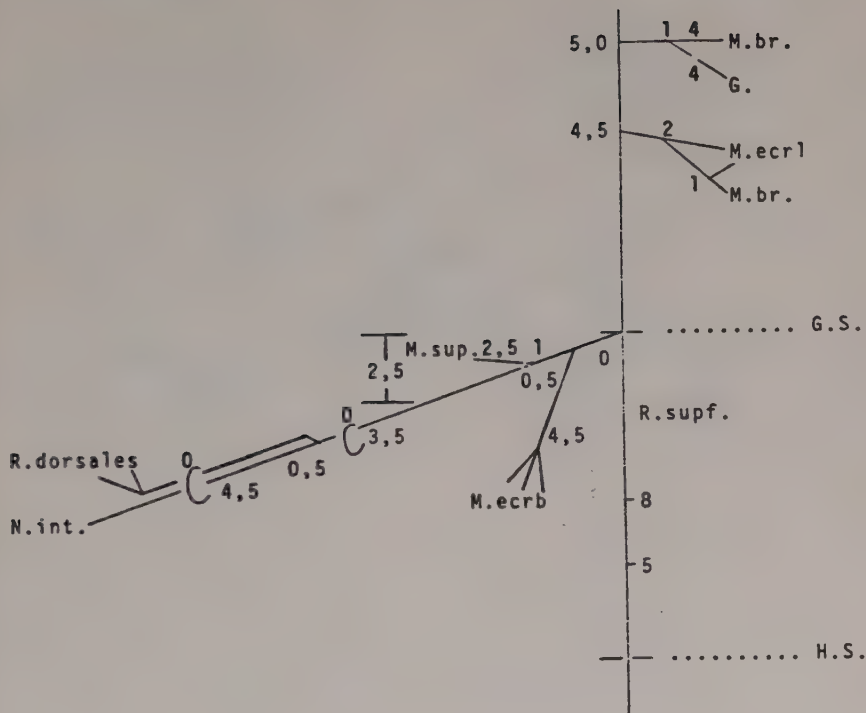
- 10) dem Eintritt des R.prof. in den M.sup.
- 11) einem Ast zum M.sup.
- 12) einem Ast zum M.ecrb
- 13) Länge des Supinatorkanals
- 14) Abstand der Eintrittsstelle des R.prof. in den M.sup. vom Muskeloberrand gemessen
- 15) Abstand der Austrittsstelle des R.prof. aus dem M.sup. vom Muskelunterrand gemessen
- 16) Distanz vom GS bis zum Supinatorkanaleingang
- 17) Aufteilung in R.dorsales u. N.int. vom Kanaleingang gemessen
- 18) Auffächerung der R.dorsales vom Kanalausgang gemessen
- 19) Abgang von Muskelästen vom Kanalausgang gemessen
- 20) Abgang eines Astes zur sensiblen Versorgung der Daumenregion
- 21) Hervortritt des R.supf. unter der Sehne des M.br. vom Handgelenkspalt gemessen

Präparat 1



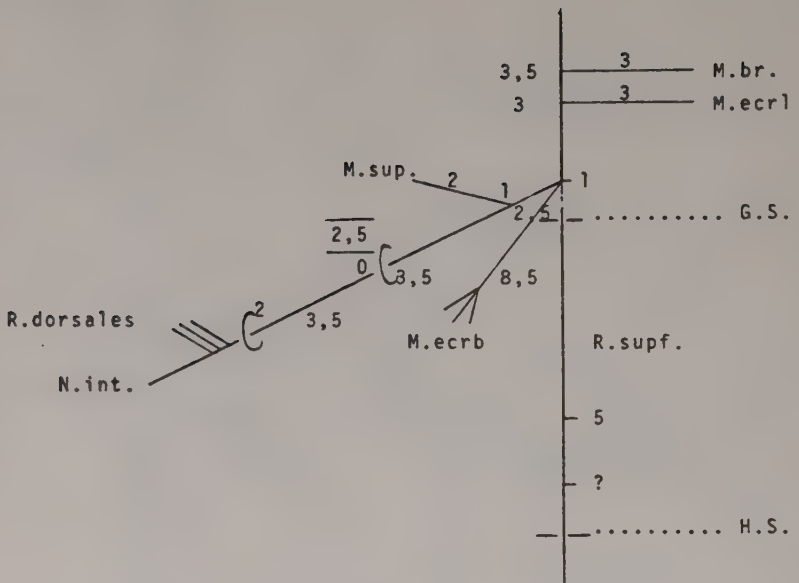
- A) nein
- B) nein
- C) ja, genau bei G.S.
- D) sehnige Muskelkante
- E) weit und rein sehnig
- F) dichtes Bindegewebe
- G) Im Supinatorkanal gehen kleine Nervenäste zum M.sup. ab

Präparat 2



- A) nein
- B) 2 cm oberhalb des G.S.
- C) im Supinatorkanal verläuft eine Arterie direkt parallel neben dem R.prof.
- D) nein
- E) eng und rein sehnig
- F) nein
- G) der R.supf. wird nach der Teilungsstelle für 2 cm durch sehniges Gewebe am M.ecrb fixiert. Der R.supf. tritt dann unter die Fascie des M.br. und zieht zwischen Muskelfasern des M.br. nach distal

Präparat 3



A) nein

B) nein

C) ja, an der Eintrittsstelle des R.profundus in den M.supinator

D) ja

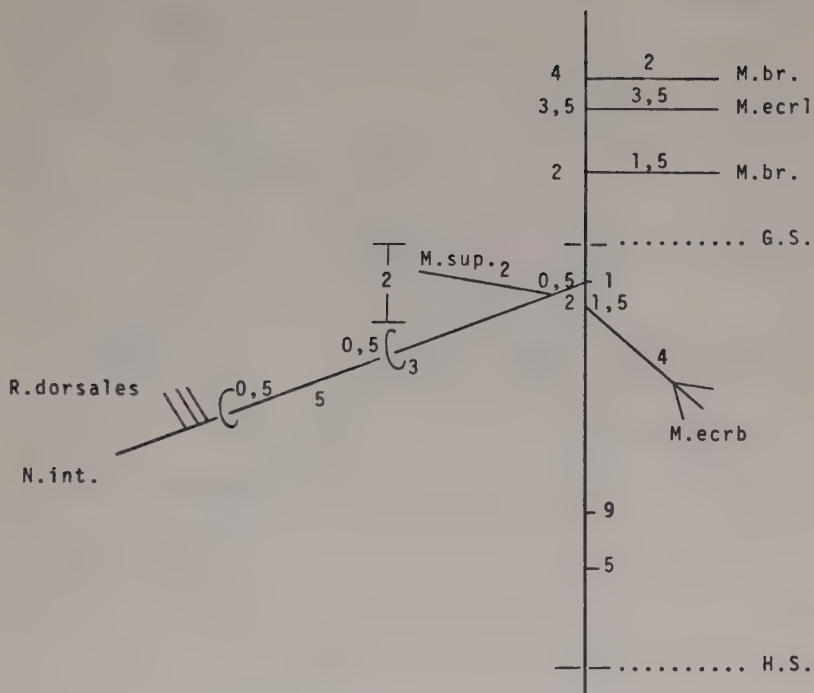
E) weit und nicht sehnig

F) nein

G) - Fett am Supinatoreintritt

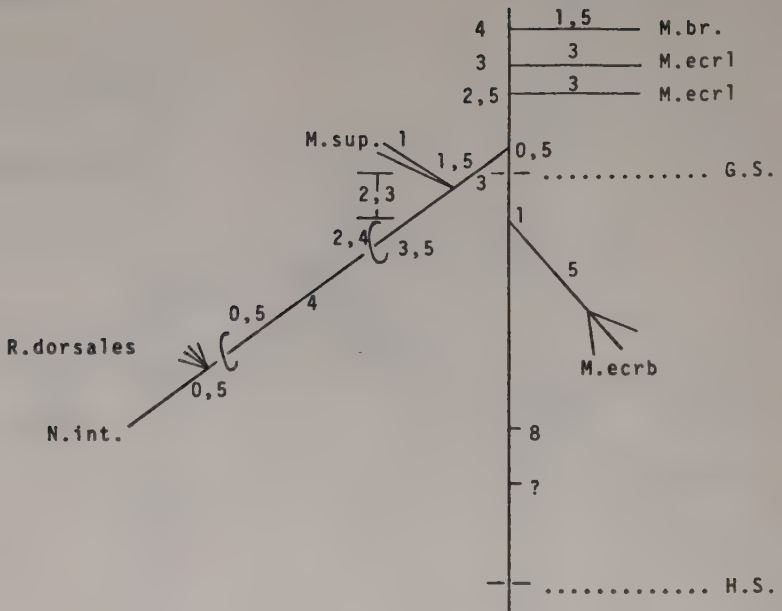
- der R. supf. ist auf einer Länge von 5 cm an den M.br. fixiert. Die Fixation beginnt 6 cm vor seinem Hervortritt und endet 1 cm davor

Präparat 4



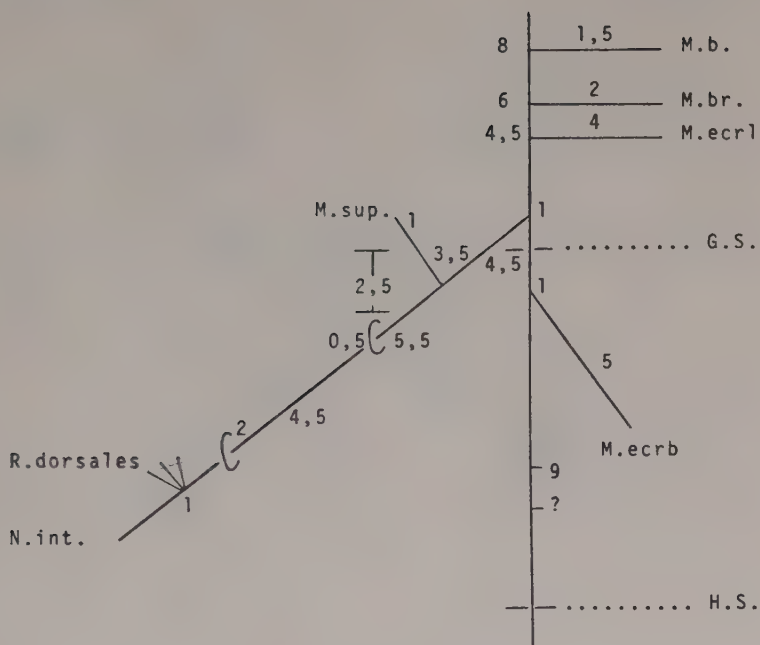
- A) nein
- B) ja, 2,5 cm oberhalb des Gelenkspaltes
- C) nein
- D) nein
- E) eng und lateral sehnig, sowie medial muskulös
- F) nein
- G) der Supinatorkanal verläuft im M.sup. in tiefere Muskelschichten. Bei seinem Austritt aus dem M.sup. beträgt der Abstand zwischen Nerv und Knochen nur noch etwa 0,1 mm

Präparat 5



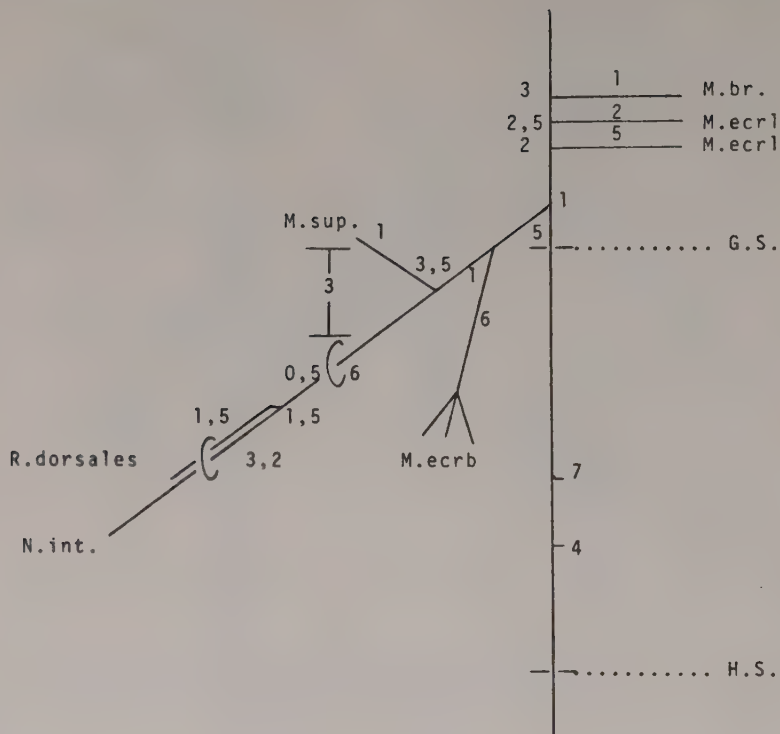
- A) nein
- B) ja, auf Höhe und 3 cm oberhalb des Gelenkspaltes
- C) nein
- D) nein
- E) weit und lateral sehnig
- F) nein
- G) - der R.prof. ist im Supinatorkanal platt gedrückt (0,4 mm breit) und von einer dünnen Bindegewebslage eingehüllt
- der R.prof. ist an seinem Ursprung und 3 cm unterhalb eingebettet in derbes Bindegewebe und einige Muskelfasern, die sich vom M.ecr1 abspalten und etwa 6 cm unterhalb des Gelenkspaltes enden
- 8 cm unterhalb des Gelenkspaltes ist der R.supf. auf eine Länge von 3 cm durch Bindegewebszüge am Radius fixiert

Präparat 6



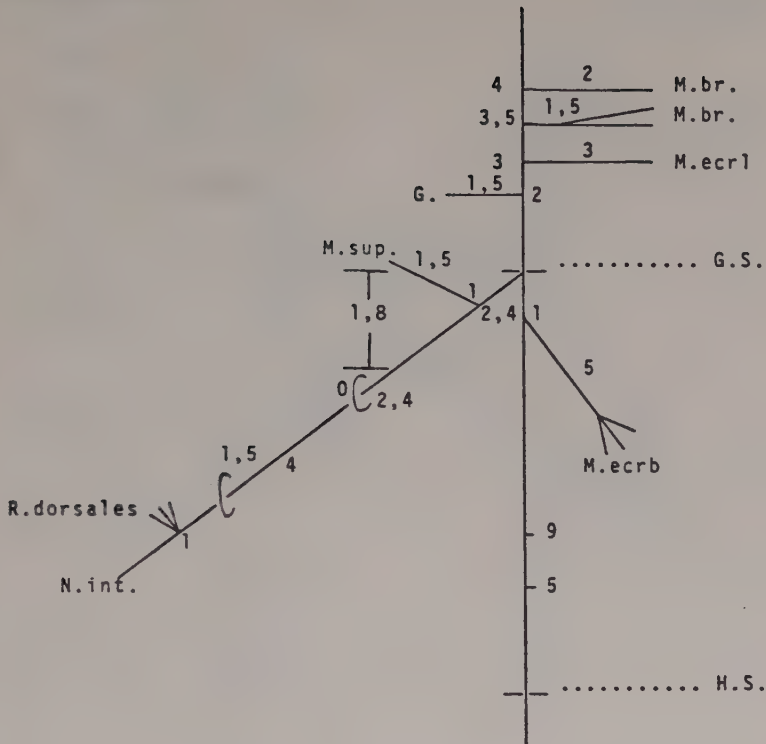
- A) nein
- B) nein
- C) ja, am Eintritt in den Supinatorkanal
- D) nein
- E) eng und sehnig
- F) ja
- G) der R.prof. ist vor dem Eintritt in den Supinatorkanal 0,3 mm breit, und im Kanal auf 0,6 mm breit plattgedrückt.

Präparat 7



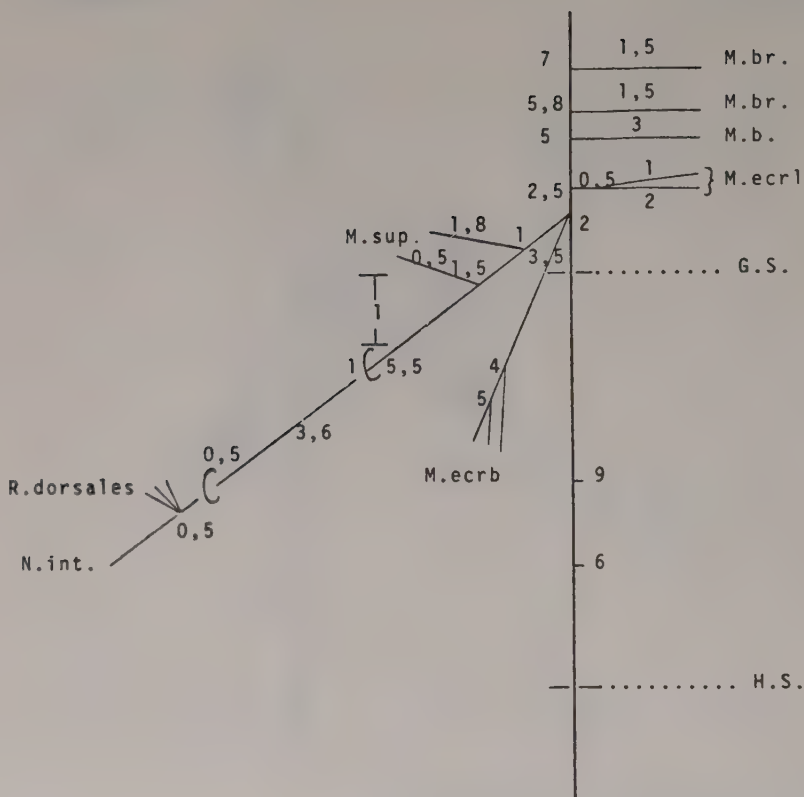
- A) nein
- B) nein
- C) nein
- D) nein
- E) eng und senig
- F) nein
- G) im Supinatorkanal verlaufen die Muskelfasern unterhalb des R.prof. quer, die oberhalb steiler

Präparat 8



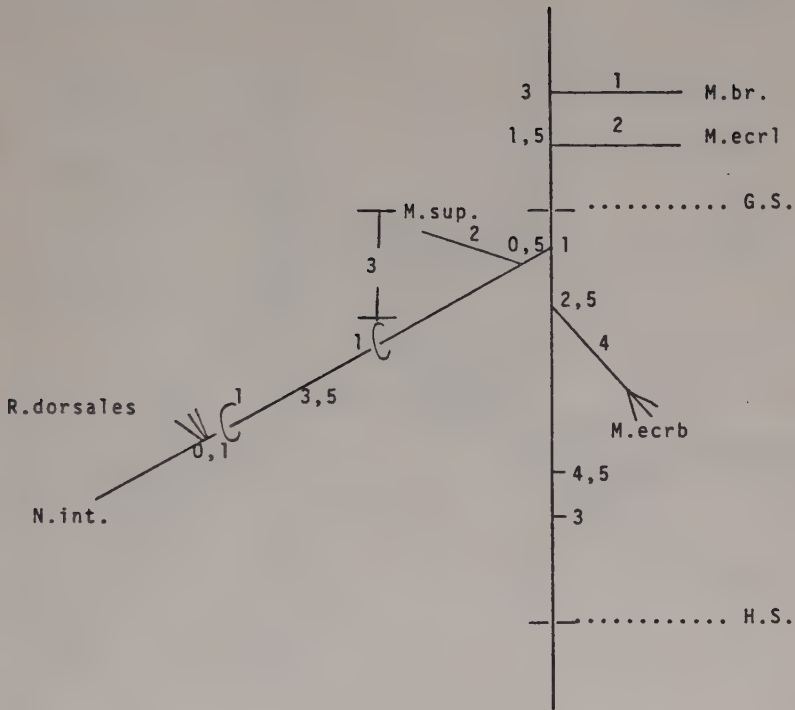
- A) straffe Bindegewebshülle des Nerven
- B) ja, 3,3 cm oberhalb des Gelenkspaltes
- C) nein
- D) nein
- E) weit und nicht sehnig
- F) nein
- G) der R.prof. ist vor dem Eintritt in den Supinatorkanal 0,3 mm breit. Im Kanal ist er auf 0,5 mm plattgedrückt. Außerdem wird er im Kanal von einem Blutgefäß begleitet

Präparat 9



- A) nein
- B) nein
- C) ja, 6 cm unterhalb des Gelenkspaltes
- D) nein
- E) nein
- F) ja und Gefäßknäuel
- G) nein

Präparat 10



A) nein

B) nein

C) nein

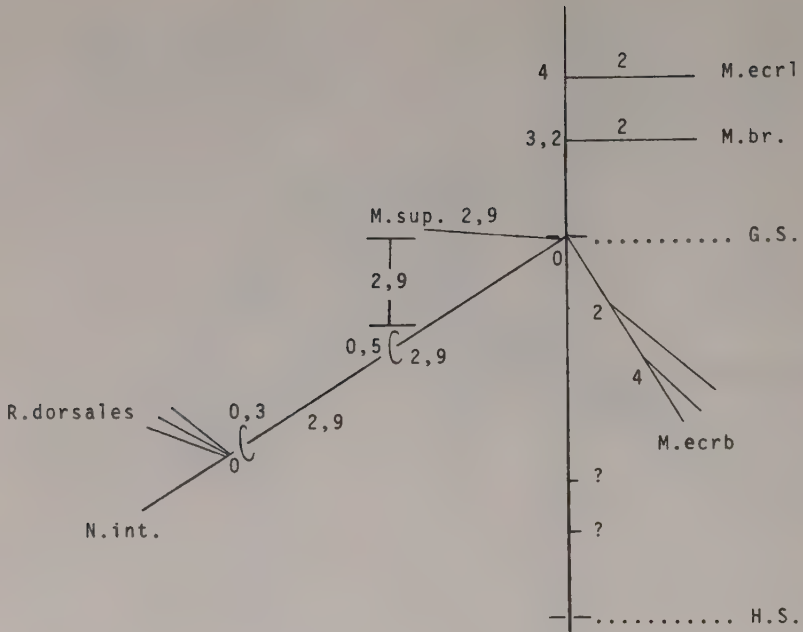
D) ja

E) eng und ganz sehnig

F) nein

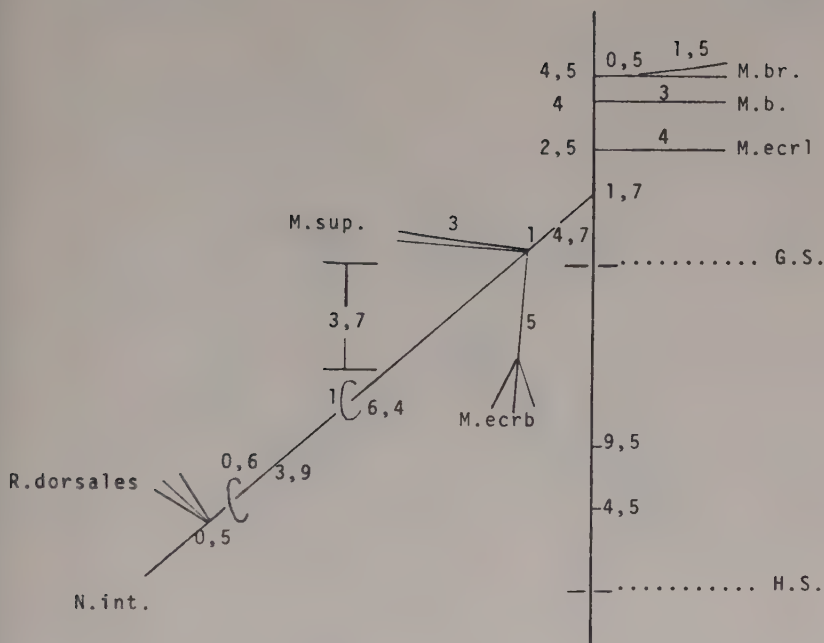
G) im Anfang des Supinatorkanals begleiten Blutgefäße den R.prof. Diese Gefäße treten etwa 0,5 cm distal des Kanals aus dem M.sup. aus

Präparat 11



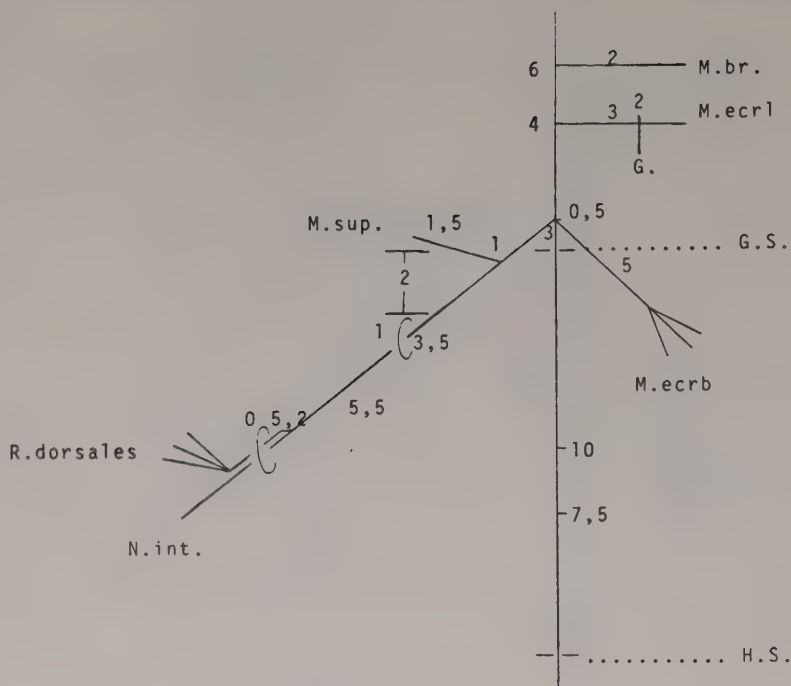
- A) nein
- B) nein
- C) nein, aber der R.prof. wird im Kanal von einem Blutgefäß begleitet
- D) nein
- E) eng und sehnig
- F) nein
- G) - 3 cm nach der Aufteilung in R.prof. und R.supf. wird der R.supf. durch eine kräftige Gefäßarkade an den M.br. gedrückt und 6 cm nach der Aufteilung durch straffe Bindegewebszüge an den M.ecrb geheftet. Ab hier verläuft der R.supf. auf dem Radius

Präparat 12



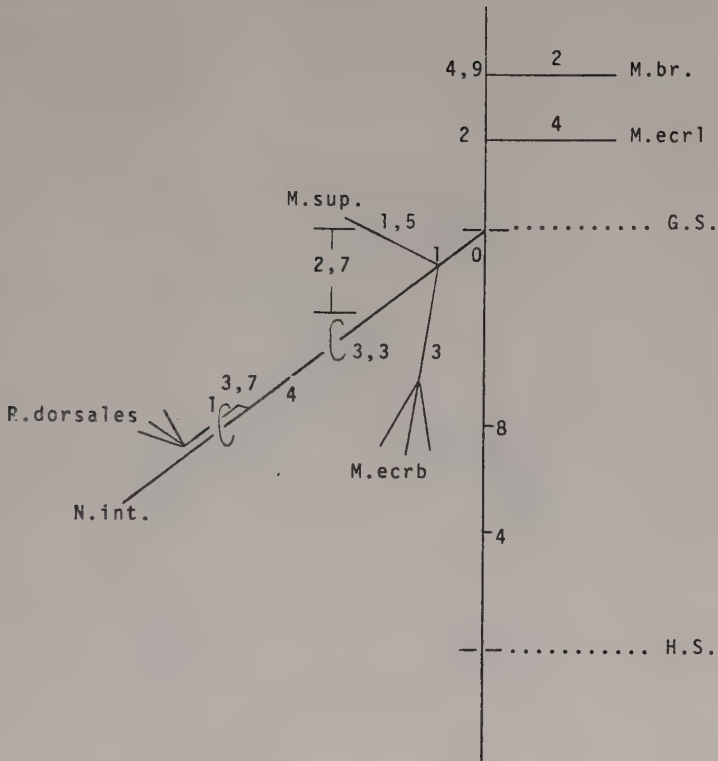
- A) nein
- B) nein
- C) ja, überkreuzen den R.supf. etwa 2 und 3 cm unterhalb des Gelenkspaltes
- D) nein
- E) weit und muskulös
- F) nein, aber viele Gefäße auf dem N.interosseus
- G) - ein kleines Gefäß zieht mit dem R.prof. durch den Supinatorkanal
 - der N.interosseus wird von Gefäßschlingen fixiert, die vom M.extensor pollicis brevis zum M.extensor digitorum ziehen
 - der R.supf. verläuft unter dem M.br. und ist kurz vor seinem Durchtritt in die harte Sehnenplatte des M.br. eingebettet

Präparat 13



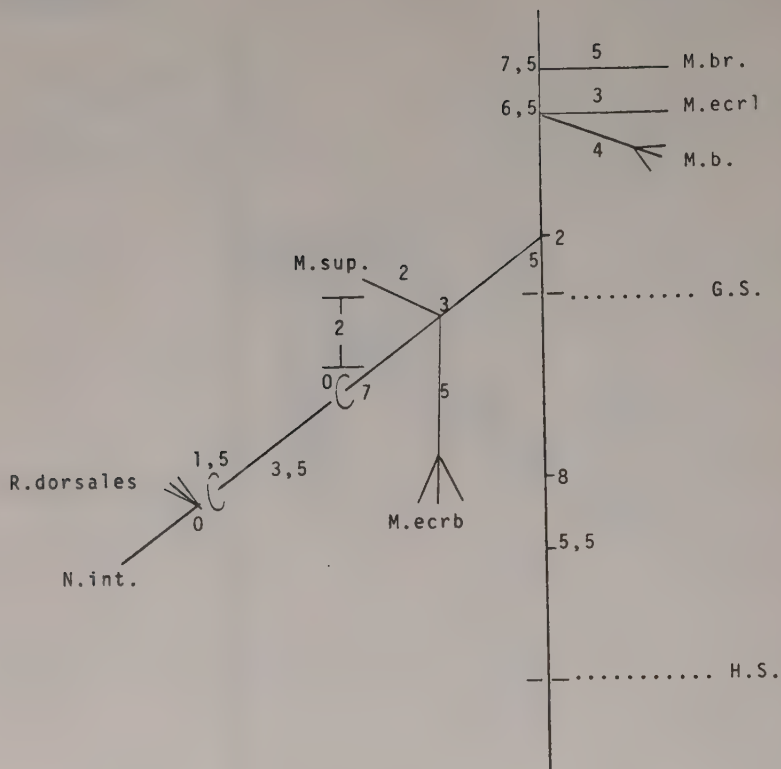
- A) nein
- B) nein
- C) ja, beim Eintritt des R. prof. in den Supinatorkanal finden sich ein Fettpropfen und fixierendes Bindegewebe
- D) nein
- E) weit und muskulös
- F) nein
- G) der R. supf. ist bindegewebig an den M. ecrb und M. ecr1 angeheftet. Die Fixierung endet 4 cm vor dem Erscheinen des R. supf. am Rande der Sehne des M. ecrb

Präparat 14



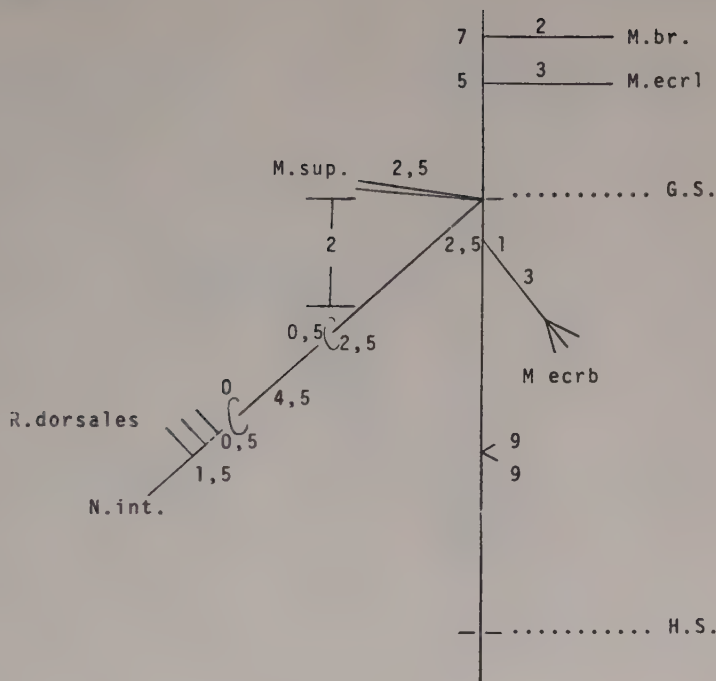
- A) nein
- B) nein
- C) ja, am Eintritt des R.prof. in den Supinatorkanal
- D) ja, sichelförmige Umrandung durch den Rand des M.ecrb
- E) weit und sehnig
- F) ja, starke bindegewebige Verwachsung
- G) nein

Präparat 15



- A) nein
- B) nein
- C) nein
- D) nein
- E) eng und sehnig
- F) ja, festes Bindegewebe
- G) der R.supf. wird etwa 2,5 cm unterhalb des Gelenkspaltes durch straffes Bindegewebe und Gefäße am M.ecrb fixiert

Präparat 16



A) nein

B) nein

C) ja, dicht in Gefäße und Fett eingehüllt und dadurch fest fixiert

D) nein

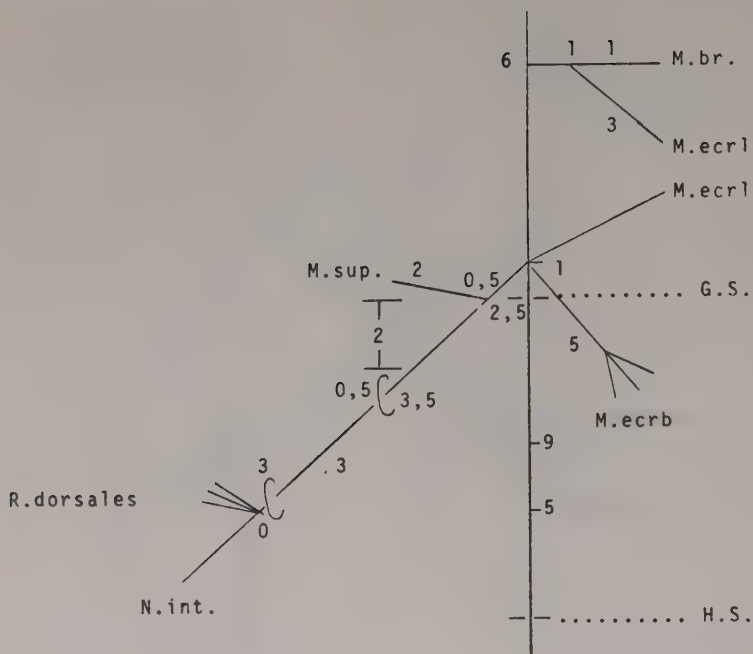
E) weit und muskulös

F) nein

G) - der R.supf. tritt 7 cm unterhalb des Gelenkspaltes unter die Sehne des M.br.

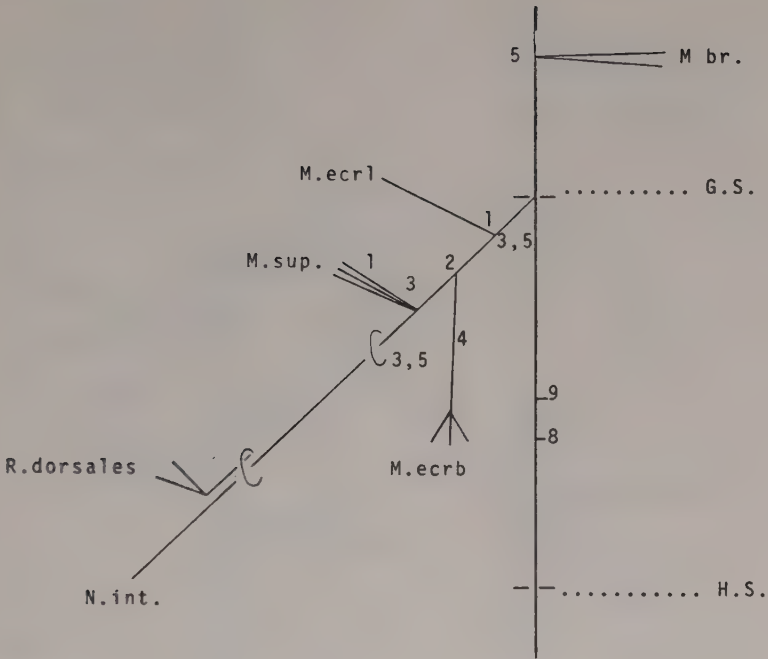
- 4 cm unterhalb des Gelenkspaltes ist der R.supf. durch Bindegewebszüge, 6 cm unterhalb des G.S. durch kreuzende Blutgefäße an den M.ecr1 fixiert

Präparat 17



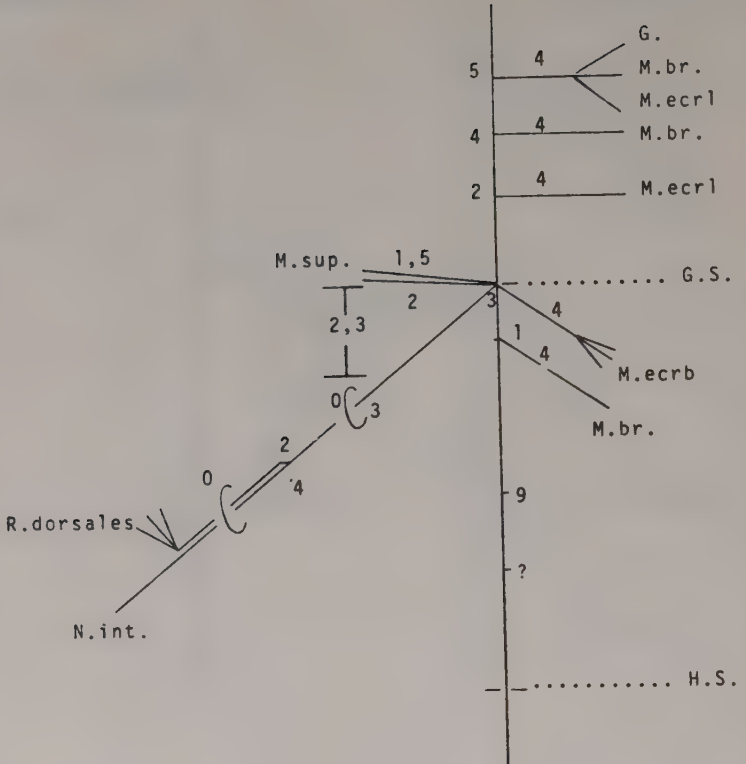
- A) nein
- B) nein
- C) ja, über der Eintrittsstelle
- D) ja
- E) eng und sehnig
- F) nein
- G) - der N.int. verläuft über 7 cm auf der Rückfläche des M.extensor digitorum und danach zwischen den tiefen Extensoren (M. abductor pollicis longus und brevis, M.extensor indicis proprius)
- der R.supf. ist auf eine Strecke von 5 cm an den M.br. fixiert. Proximal durch eine Bindegewebshülle, distal im Sehnengewebe der Sehne des M.br.

Präparat 18

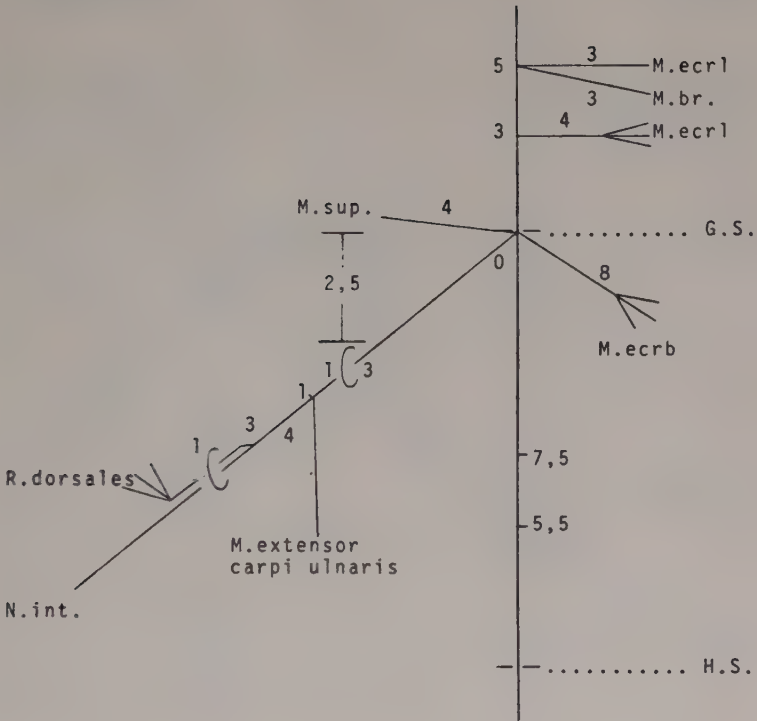


- A) nein
- B) ja, 4 cm oberhalb des Gelenkspaltes
- C) nein; über den R.supf. verlaufen 5 cm unterhalb des Gelenkspaltes straffe dünne Gefäße
- D) nein
- E) weit, lateral sehnig, medial muskulös
- F) bindegewebig verwachsen
- G) im Supinatorkanal gehen kleinere Nervenäste zum M.sup. ab

Präparat 19

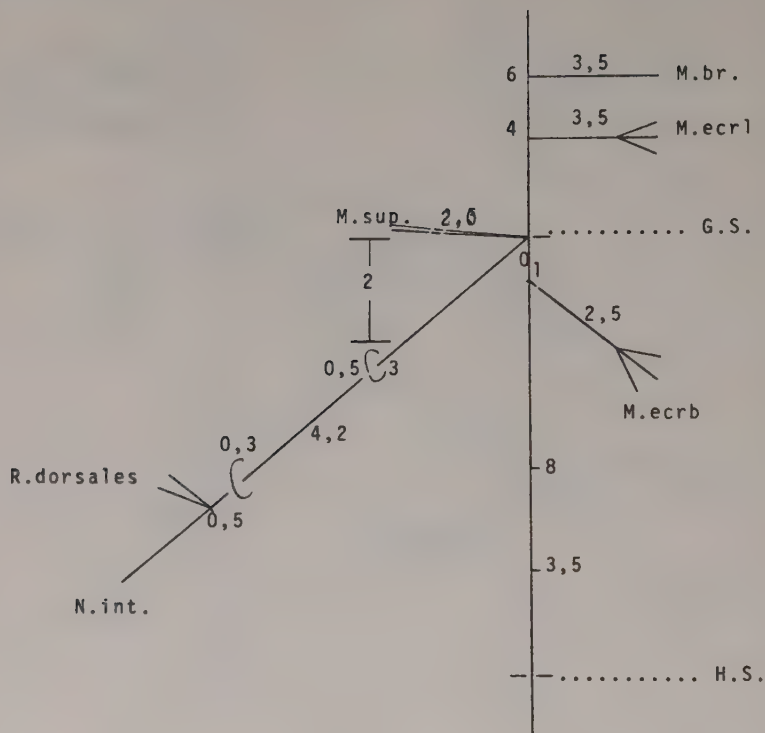


- A) nein
- B) nein
- C) ja, 3 cm unterhalb des Gelenkspaltes
- D) nein
- E) weit und sehnig
- F) nein
- G) nein



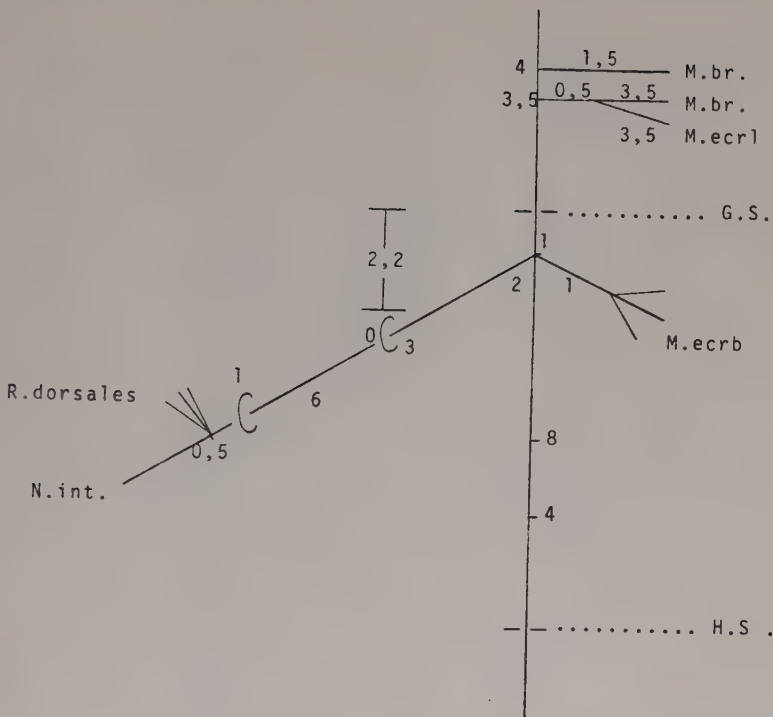
- A) nein
- B) nein
- C) ja, 3 cm unterhalb des Gelenkspaltes
- D) nein
- E) eng und sehnig
- F) fettreich und bindegewebig durchsetzt
- G) im Supinatorkanal gibt der R.prof. einen Ast für den M.extensor carpi ulnaris ab, der mit dem R.prof. aus dem Supinatorkanal austritt

Präparat 21



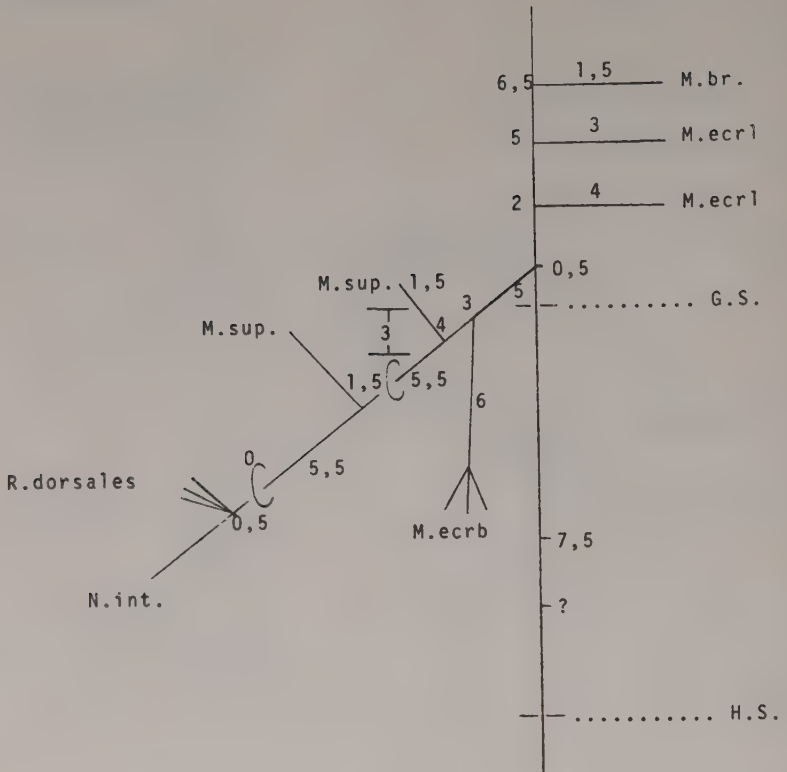
- A) nein
- B) nein
- C) nein
- D) nein
- E) muskulös
- F) nein
- G) der R.supf. durchbohrt die Sehne des M.br.

Präparat 22



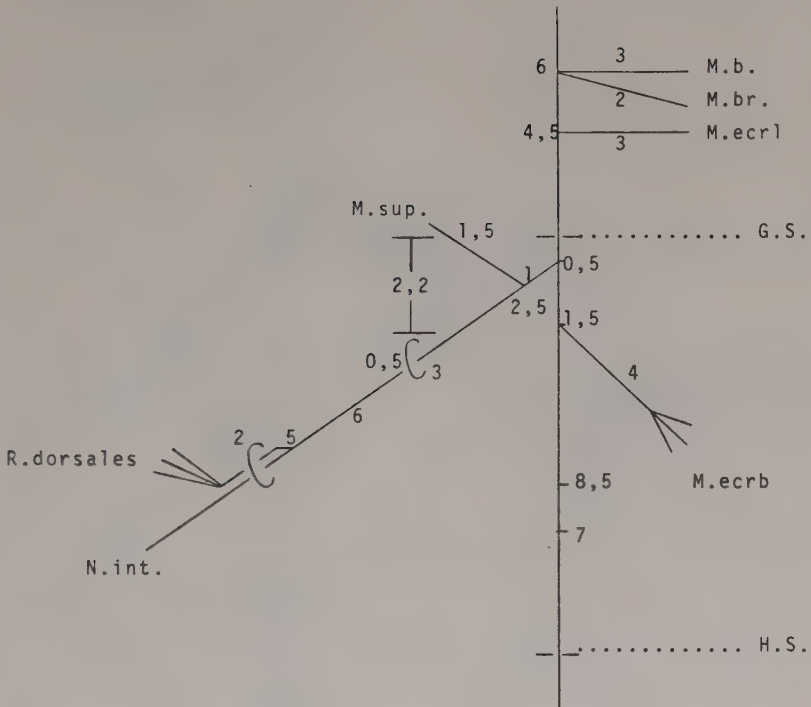
- A) nein
- B) nein
- C) nein
- D) nein
- E) eng und dünn sehnig
- F) nein
- G) - der R.prof. wird im Supinatorkanal von Gefäßen begleitet
- der R.supf. tritt 8 cm oberhalb des Handgelenkspaltes durch die Sehne des M.br. hindurch

Präparat 23



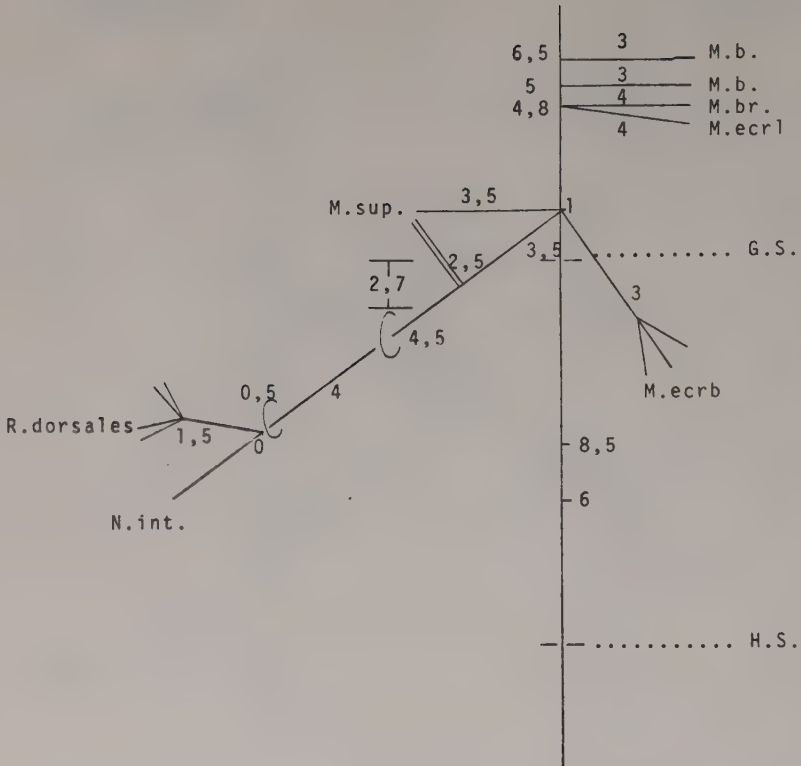
- A) nein
- B) ja, 3 cm oberhalb des Gelenkspaltes
- C) nein
- D) ja
- E) eng und sehnig
- F) nein
- G) der R.prof. gibt im Supinatorkanal einen Ast zum M.sup. ab

Präparat 24



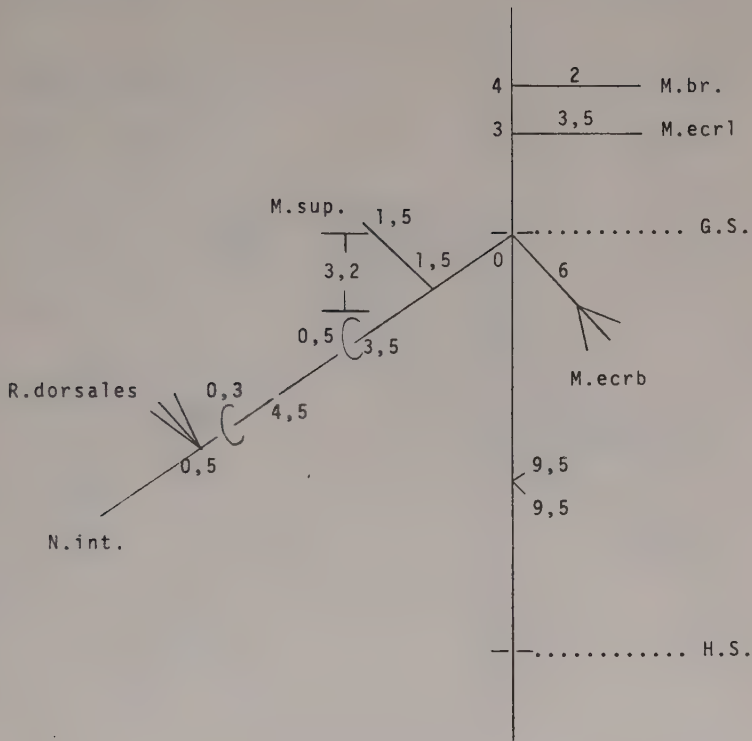
- A) straffe Fixierung des Nerven. Auf 2 cm Länge wird der Nerv von Muskelzügen zirkulär umgeben
- B) nein
- C) ja, 3 cm unterhalb des Gelenkspaltes
- D) ja, der R.prof. zieht durch den sehnigen Ursprungsanteil des M.ecrb
- E) nein
- F) nein, aber kurz nach dem Austritt erfolgt eine straffe Fixierung der Nerven durch eine gefäßreiche Bindegewebsplatte an den M. extensor digitorum
- G) nein

Präparat 25



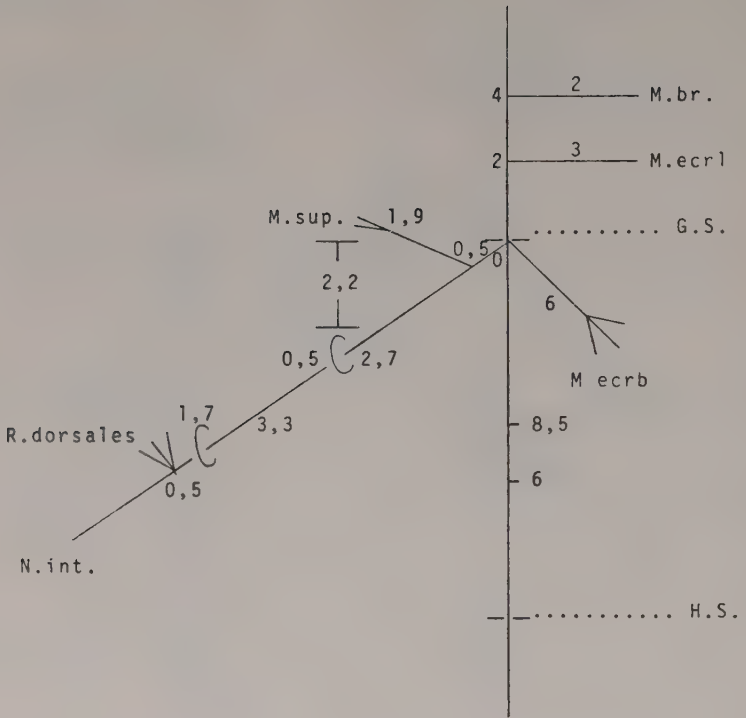
- A) nein
- B) nein
- C) ja, am Eintritt in den Supinatorkanal
- D) nein
- E) eng und sehnig
- F) nein
- G) sehr viel lockeres Bindegewebe zwischen den Muskeln ecrb, ecr1, br. und sup.

Präparat 26

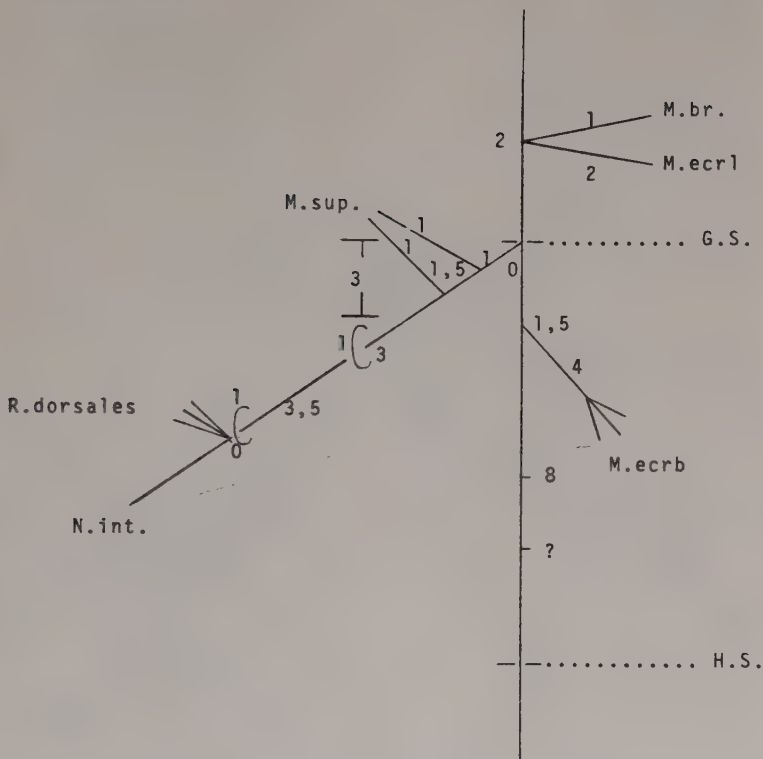


- A) durch Fasern straff fixiert
- B) nein
- C) ja, über den R.prof. 0,5 cm unterhalb des Gelenkspaltes
- D) nein
- E) weit und muskulös
- F) nein
- G) nein

Präparat 27



- A) nein
- B) nein
- C) nein
- D) nein
- E) weit und muskulös
- F) ja, der R.prof. wird von Gefäßen umschlungen
- G) nein



A) nein

B) nein

C) nein

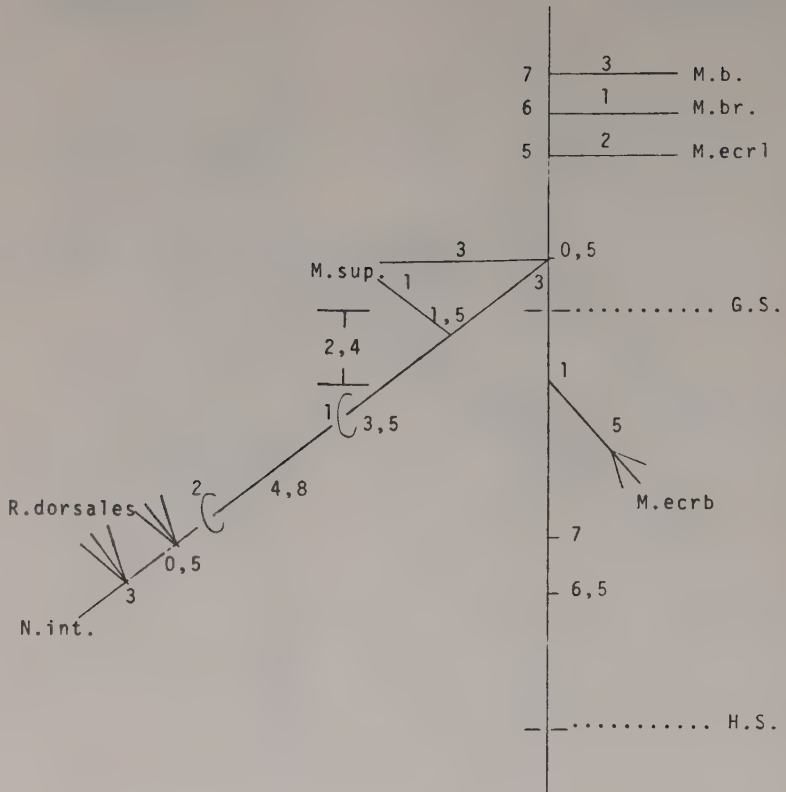
D) nein

E) eng und sehnig, zusätzlich straffes Bindegewebe, das den R.prof. vor seinem Eintritt in den Supinatorkanal umhüllt

F) nein, aber der R.prof. ist nach dem Austritt aus dem Supinatorkanal von straffem Bindegewebe umhüllt

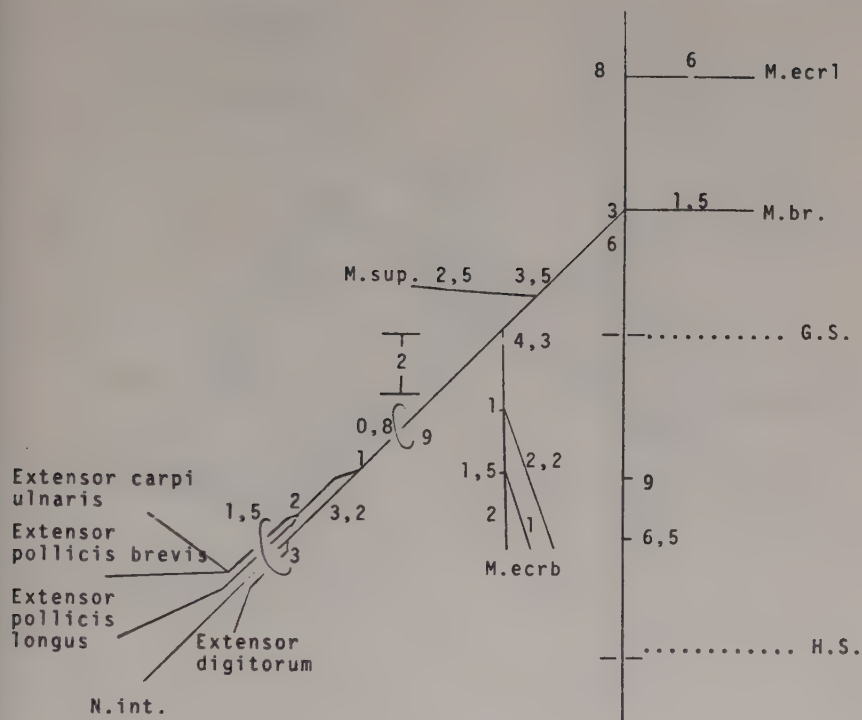
G) nein

Präparat 29



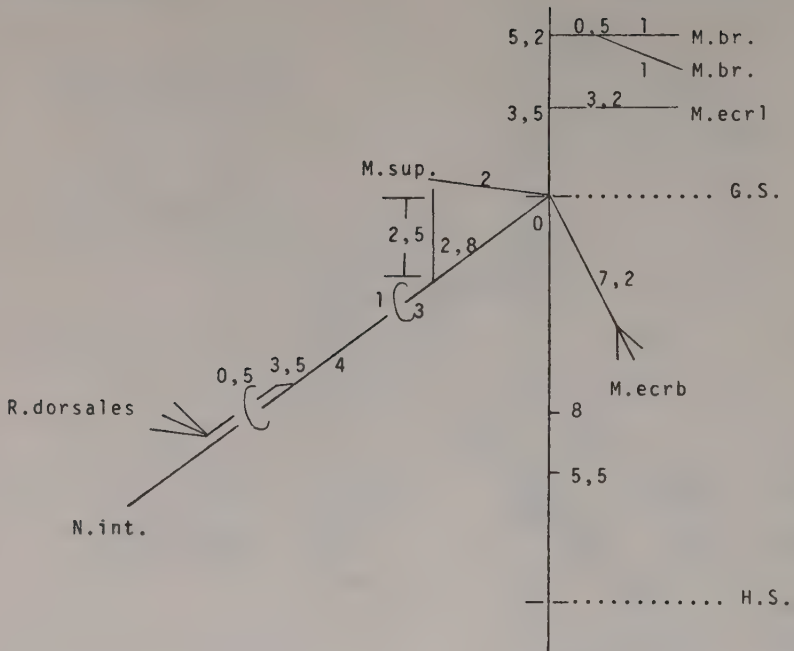
- A) nein
- B) nein
- C) nein
- D) ja, sehniger Ursprung des M.ecrb legt sich V-förmig um den R.prof.
- E) weit und muskulös
- F) nein
- G) nein

Präparat 30



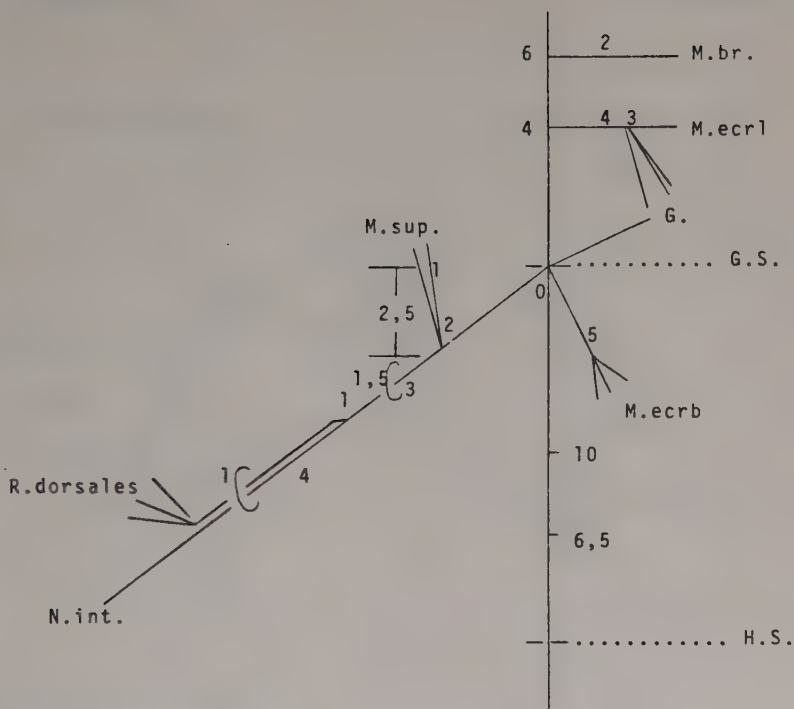
- A) nein
- B) ja, 6 cm oberhalb des Gelenkspaltes
- C) nein
- D) nein
- E) eng und sehnig
- F) nein
- G) der R.prof. teilt sich im Supinatorkanal in 4 Äste, die an unterschiedlichen Stellen mit insgesamt 1,5 cm Abstand voneinander aus dem M.sup. hervortreten

Präparat 31



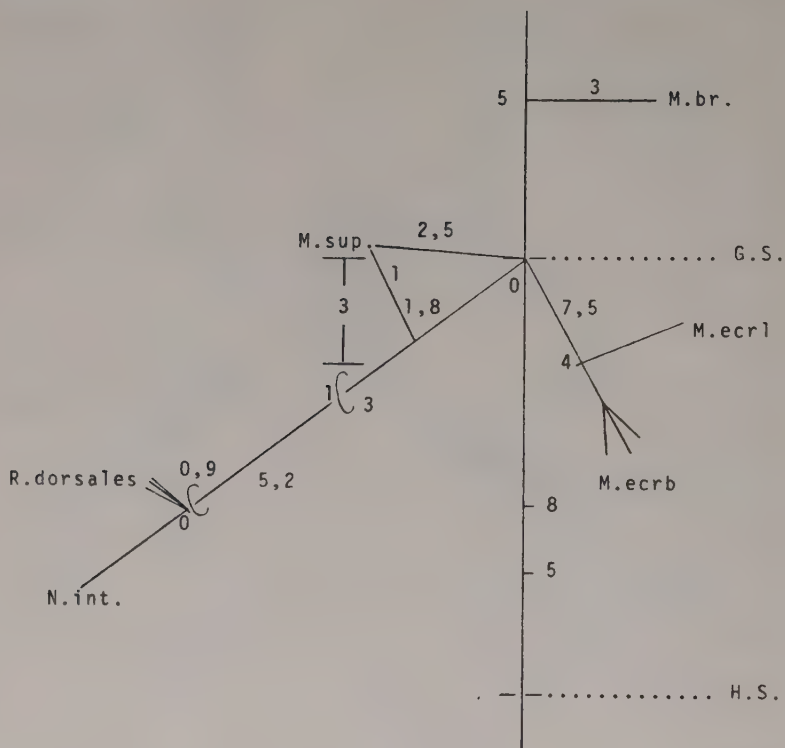
- A) nein
- B) nein
- C) ja, im Bereich vor dem Eintritt in der Supinatorkanal ist viel Fett und lockeres Bindegewebe
- D) nein
- E) weit und muskulös
- F) nein
- G) - der R.supf. wird 2 und 5 cm nach seinem Ursprung durch straffes Bindegewebe fest an die Muskeln ecr1 und ecrb fixiert
- 7 cm nach der Aufteilung erfolgt eine Fixierung an die Fascie des M.extensor pollicis brevis und abductor longus
- bevor der R.supf. unter der Sehne des M.br. hervortritt, liegt er eingekettet in straffes Bindegewebe

Präparat 32



- A) nein
- B) nein
- C) ja, kurz vor dem Eintritt des R.prof. in den Supinatorkanal
- D) nein
- E) weit und muskulös, ein Fettpfropf bedeckt die Eintrittsstelle
- F) nein
- G) - der R.supf. verläuft zwischen dem M.ecr1 und M.ecrb auf dem M.sup. von straffem Bindegewebe umgeben
- Blutgefäße kreuzen den R.supf. 3,5 und 4,5 cm unterhalb des Gelenkspaltes des Ellenbogengelenkes

Präparat 33



A) nein

B) nein

C) nein

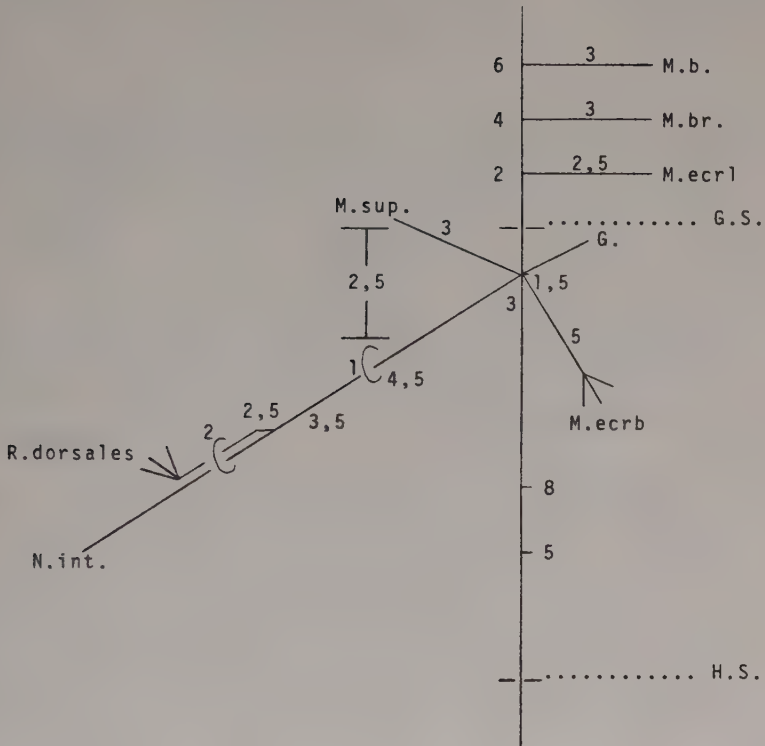
D) nein

E) weit und muskulös; der R.prof. ist bis zum Eintritt in den M.sup. von Fett umgeben

F) ja

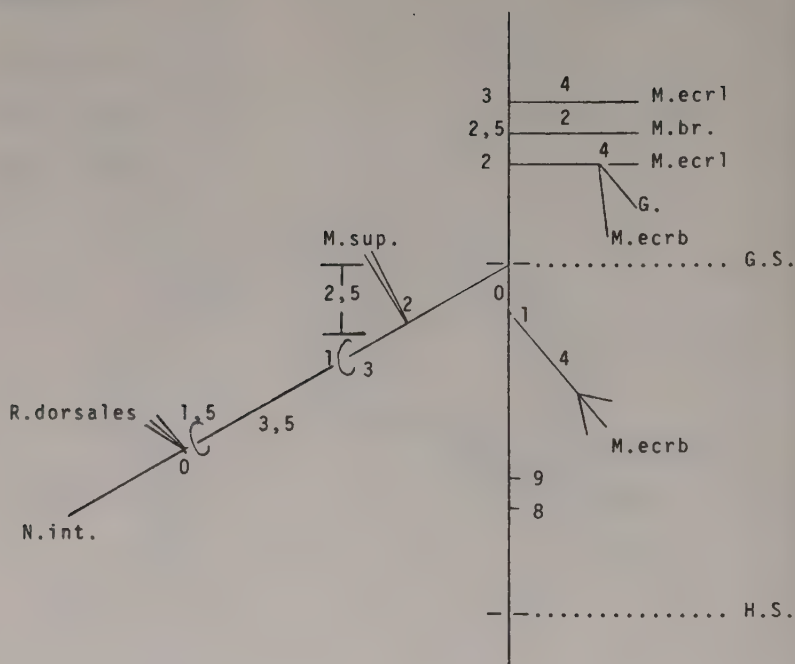
G) nein

Präparat 34



- A) nein
- B) nein
- C) ja, an der Teilungsstelle in R.prof. und R.supf.
- D) ja, der R.prof. wird vor seinem Eintritt in den M.sup. von Muskelgewebe des M.ecrb umhüllt
- E) weit und muskulös
- F) ja
- G) nach seinem Ursprung ist der R.supf. auf eine Länge von 7 cm bindegewebig an den M.ecrb fixiert und verläuft dann weitere 6 cm zwischen dem M.ecr1 und M.br.

Präparat 35



- A) nein
- B) nein
- C) ja, beim Eintritt des R.prof. in den Supinatorkanal
- D) ja
- E) weit und muskulös
- F) ja, Blutgefäße und Bindegewebe fixieren den Nerv fest am M.extensor pollicis brevis
- G) - Fetteinlagerungen an der Austrittsstelle des R.prof.
 - der R.supf. wird 3 cm unterhalb des Gelenkspaltes auf eine Länge von 0,5 cm bindegewebig an den M.ecrb fixiert
 - der R.supf. durchbohrt die Sehne des M.br., der er bereits 2 cm vorher eng anlag

Zusammenfassung der Befunde

Verlauf des N. radialis und seiner Äste

Der N. radialis verlief nach seinem Durchtritt durch das Septum intermusculare lateralis zwischen dem M. brachialis und dem M. biceps (medial), sowie den Muskeln brachioradialis, extensor carpi radialis brevis und longus (lateral).

Der N. radialis teilte sich im Durchschnitt 0,28 cm oberhalb des Gelenkspalts des humero - radialen Gelenks in den R. profundus und den R. superficialis. Die höchste Aufteilung liegt 2 cm proximal, die tiefste 1,5 cm distal des Gelenkspalts.

Der R. prof. trat durchschnittlich 3,19 cm (6 cm - 2 cm) nach der Aufteilung in den M. supinator ein. Die Eintrittsstelle in den M. supinator lag im Durchschnitt 2,44 cm (3 cm - 1 cm) distal des Gelenkspalts und war vom Oberrand des M. supinator 0,71 cm (2,4 cm - 0 cm) entfernt. Die Austrittsstelle des R. prof. aus dem Supinatorkanal lag 1 cm (3 cm - 0 cm) vom Unterrand des M. supinator entfernt. Die Länge des Supinatorkanals betrug im Mittel 4,13 cm (6 cm - 2,9 cm).

Nach seinem Austritt verlief der R. prof. als N. interosseus auf der Membrana interossea und innervierte die tiefen Muskelschichten dieser Region (M. abductor pollicis longus, M. extensor pollicis longus, M. extensor indicis proprius).

Der R. supf. zog zwischen dem M. brachioradialis und M. extensor carpi radialis distalwärts und trat im Durchschnitt 8,29 cm (10 cm - 4,5 cm) oberhalb des Handgelenkspalts ulnar der Sehne des M. brachioradialis hervor. Bei 12 % der Fälle (4 Präparate) trat der R. supf. durch die Sehne hindurch.

Motorische Äste

Vom N. radialis zweigte nach seinem Durchtritt durch das Septum intermusculare lateralis in 23 % der Fälle (8 Präparate) 6,13 cm (8 cm - 4 cm) proximal des Gelenkspalts ein Nervenast zum M. brachialis ab.

Der Abgang eines Nervenastes zum M. brachioradialis lag 4,61 cm (7,5 cm proximal - 1 cm distal) oberhalb des Ellenbogengelenks. In 17 % der Fälle (6 Präparaten) gab der N. radialis zwei Äste, in 3 % (1 Präparat) drei Äste zum M. brachioradialis ab.

Der Nervenast zum M. extensor carpi radialis longus entsprang in 74 % der Fälle (33 Präparate) 3,49 cm oberhalb des Gelenkspalts. In 20 % gingen zwei Nervenäste ab, von denen der eine 4,21 cm, der andere 2,07 cm proximal des Gelenkspalts entsprangen. In je einem Fall zweigte der Nervenast aus dem R. prof., bzw. aus einem gemeinsamen Stamm für den M. extensor carpi radialis longus und den M. extensor carpi radialis brevis ab. Die Abgangswerte differierten von 8 cm oberhalb bis 1 cm unterhalb des Gelenkspalts.

Der Ast zum M. extensor carpi radialis brevis ging in 31 % der Fälle (11 Präparate) 1,41 cm nach der Aufteilung in R. prof. und R. supf. vom R. supf. ab. In 26 % (9 Präparate) entsprang der Nerv 1,87 cm nach der Aufteilung aus dem R. prof.. In 43 % (15 Präparate) zweigte der Nervenast aus der Aufteilungsstelle in R. prof. und R. supf. ab. Selten (1 Präparat) ging ein zweiter Ast zum M. extensor carpi radialis brevis aus einem Nerv hervor, der den M. extensor carpi radialis longus innervierte.

Vom R. prof. zweigte in 54 % der Fälle nach 1,42 cm ein Ast, in 46 % zwei oder drei Äste zum M. supinator ab. Diese Nerven gingen in 14 % der Fälle (5 Präparate) an der

Aufteilungsstelle des N. radialis, in 9 % (3 Präparate) erst kurz vor dem Eintritt des R. prof. in den M. supinator hervor.

Der Abgang der Rami dorsales erfolgte in 67 % der Fälle (22 Präparate) 0,34 cm nach dem Austritt des R. prof. aus dem Supinatorkanal. In 33 % (11 Präparate) zweigten die Rami dorsales als ein gemeinsamer Stamm im Supinatorkanal (2,63 cm nach dem Eintritt des R. prof.) ab, verliefen mit dem R. prof. im M. supinator und traten mit dem R. prof. aus dem Muskel aus. Erst nach dem Austritt aus dem M. supinator zweigte sich der gemeinsame Stamm in seine Endäste auf.

Sensible Äste

Der R. supf. gab 5,75 cm (9,5 cm - 3,0 cm) oberhalb des Handgelenkspalts einen Ast zur Daumenregion ab.

In 31 % der Fälle (11 Präparate) ging 1,41 cm nach der Aufteilung des N. radialis in R. prof. und R. supf. ein Nervenast zum M. extensor carpi radialis brevis ab.

Kompressionsstellen

Im Verlauf des N. radialis und seiner Äste fanden sich folgende Strukturen, die die Nerven an der Unterlage fixieren (vergl. Abb. 7) und bei raumfordernden Prozessen komprimieren können.

Wenn der N. radialis in seiner Verlaufstrecke vom Septum intermuskulare laterale bis zu seiner Aufteilung in R. superficialis und R. profundus an seiner Unterlage fixiert wird, dann erfolgt dies nach unseren Befunden durch straffes Bindegewebe. Im Verlauf des R. superficialis und des R. profundus kommen Fixationen durch kreuzende Gefäße vor.

Im "Radialtunnel" wurde der N. radialis nach unseren

Befunden am Septum intermuskulare laterale in 8,6 % der Fälle und in der Mitte des "Radialtunnels" an den Fascien der Beugermuskeln in 20 % durch breite und straffe Bindegewebszüge fixiert.

Eine Fixation durch Gefäße fand sich in 54 % der Fälle. In 37 % (13 Präparate) lagen diese Gefäße unmittelbar vor dem Eintritt des R. prof. in den Supinatorkanal, in 14 % (5 Präparate) verliefen die Gefäße über den R. supf., in 3 % (1 Präparat) über den R. prof. (Höhe Gelenkspalt) und in 3 % (1 Präparat) über die Teilungsstelle des N. radialis in R. prof. und R. supf.. Gefäße und Nerv lagen hier in einer gemeinsamen Bindegewebshülle.

An der unteren Hälfte des Unterarms verläuft der N. radialis ohne deutliche Fixierung durch mehrere Kanäle.

In 26 % der Fälle (9 Präparate) reicht die Ursprungssehne des M. extensor carpi radialis brevis soweit nach distal, daß der R. prof. um den sehnigen Rand des Muskels herumziehen muß.

Die "Arcade of Froese" war in 46 % der Fälle (13 Präparate) weit und muskulös, in 37 % (13 Präparate) eng und sehnig. In den restlichen 17 % (6 Präparate) war die Eingangsöffnung weit und sehnig, eng und muskulös oder auch nur lateral sehnig und im medialen Bereich weich.

Beim Austritt aus dem M. supinator wurde der R. prof. in 31 % der Fälle (11 Präparate) von straffem Bindegewebe oder vom sehnigen Rand des Muskels umrandet.

Starke bindegewebig gekammerte Fetteinlagerungen am Beginn und Ende des Supinatorkanals lagen in 14 % der Fälle (5 Präparate) vor.

Tabelle 2

Abgang der Muskeläste des N.radialis zum M.b., M.br., M.ecr1
und M.ecrb

Präparat	Distanz (cm) zwischen humero-radialen Gelenkspalt und Abgang des Muskelastes zum:			Distanz (cm) zwischen der Aufzweigung des N.radialis in R.prof. u. R.supf. und dem Abgang des Astes zum M.ecrb aus:		
	M.b.	M.br.	M.ecr1	R.sup.	Aufteilung	R.prof.
1	-	3,5	3,0	2		
2	-	5/4,5	0			0,5
3	-	3,5	3,0		-1	
4	-	4/2,0	3,5	1,5		
5	-	4,0	3/2,5	1,5		
6	8	6,0	4,5	2		
7	-	3,0	2,5/2			1
8	-	4/3,5	3,0	1		
9	5	7/5,8	2,5		-2	
10	-	3,0	1,5	1,5		
11	-	3,2	4,0		0	
12	4	4,5	2,5			1
13	-	6,0	4,0		0,5	
14	-	4,9	2,0			1
15	6,5	7,5	6,5			3
16	-	7,0	5,0	1		
17	-	6,0	6/1		-1	
18	-	5,0	!			2
19	-	5/4/-1	5/2		0	
20	-	5,0	5/3		0	
21	-	6,0	4,0	1		
22	-	4/3,5	3,5		0	
23	-	6,5	5/2			3
24	6	6,0	4,5			1
25	6,5	5/4,8	4,8		-1	
26	-	4,0	3,0		0	
27	-	4,0	2,0		0	
28	-	2,0	2,0	1,5		
29	7	6,0	5,0	1,5		
30	-	3,0	8,0			4,3
31	-	5,2	3,5		0	
32	-	6,0	4,0		0	
33	-	5,0	0 !		0	
34	6	4,0	2,0		0	
35	-	2,5	3/2	1 !		
	$\bar{X}=6,13$	$\bar{X}=4,61$	$\bar{X}=3,39$	$\bar{X}=1,41$	$\bar{X}=-0,36$	$\bar{X}=1,87$
				n = 31%	n = 43%	n = 26%

Tabelle 3

Aufteilung des N.radialis in R.prof. und R.supf., Abstände der Eintrittsstelle des R.prof. in den M.supinator und Länge des R.prof. bis zum Eintritt

Präparat	Distanz (cm) zwischen dem G.S. und der Aufteilung des N.radialis in R.prof. u. R.supf.	Distanz (cm) zwischen dem Eintritt des R.prof. in den M.supinator und:		
		G.S.	Muskel- oberrand	Teilung des N.r. in R.prof. und R.supf.
1	+1	-	-	2,5
2	0	2,5	0	3,5
3	-1	2,5	0	3,5
4	+1	2,0	0,3	2,0
5	-0,5	2,3	2,4	3,0
6	-1	2,5	0,5	4,5
7	-1	3,0	0,5	5,0
8	0	1,8	0	2,4
9	-2	1,0	1,0	3,5
10	+1	3,0	1,0	-
11	0	2,9	0,5	2,9
12	-1,7	3,7	1,0	3,7
13	-0,5	2,0	1,0	3,0
14	0	2,7	0,5	3,3
15	-2	2,0	0	5,0
16	0	2,0	0,5	2,5
17	-1	2,0	0,5	2,5
18	0	-	-	3,5
19	0	2,3	0	3,0
20	0	2,5	1,0	3,0
21	0	2,0	0,5	3,0
22	+1	2,2	0	2,0
23	-0,5	3,0	1,5	5,0
24	+0,5	2,2	0,5	2,5
25	-1	2,7	1,0	3,5
26	0	3,2	0,5	3,5
27	0	2,2	0,5	2,7
28	0	3,0	1,0	3,0
29	-0,5	2,4	1,0	3,0
30	-3	2,0	0,8	6,0
31	0	2,5	1,0	3,0
32	0	2,5	1,5	3,0
33	0	3,0	1,0	3,0
34	+1,5	2,5	1,0	3,0
35	0	2,5	1,0	3,0
$\bar{X} = -0,28$		$\bar{X} = 2,44$	$\bar{X} = 0,71$	$\bar{X} = 3,19$

Abbildung 2

Distanz (cm) zwischen dem humero - radialen Gelenkspalt und der Aufteilung des N. radialis in R. profundus und R. superficialis (vergleiche Tabelle 3)

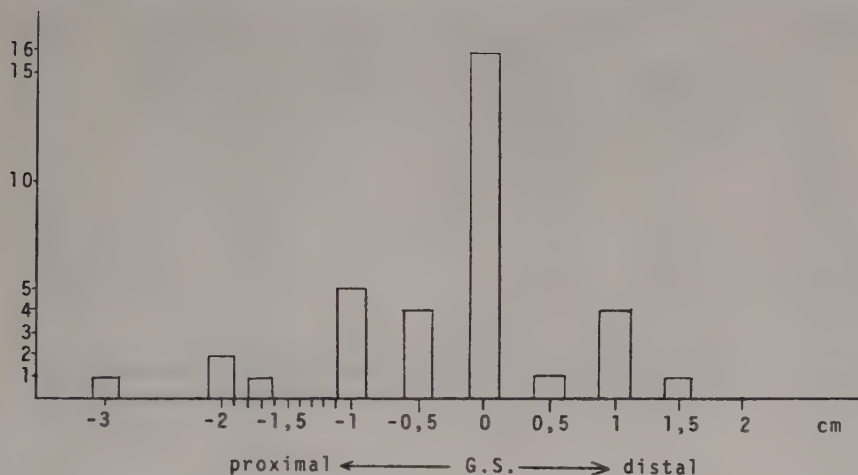


Abbildung 3

Distanz (cm) zwischen dem Eintritt des R. profundus in den M. supinator und dem Gelenkspalt (vergleiche Tabelle 3)

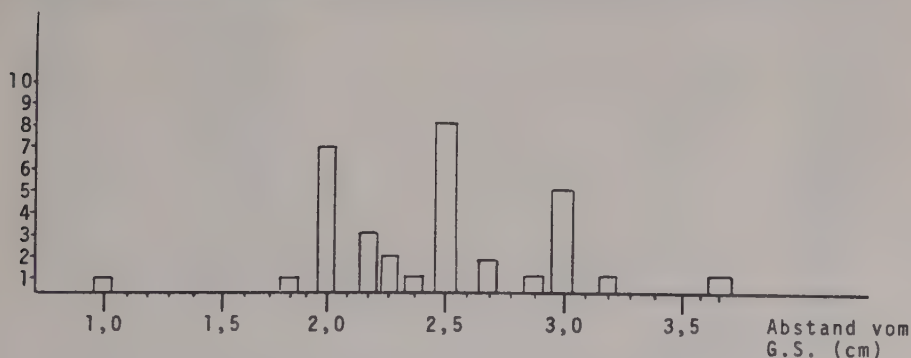


Abbildung 4

Distanz (cm) zwischen dem Eintritt des R.profundus in den M.supinator und dem Muskeloberrand des M.supinator (vergleiche Tabelle 3)

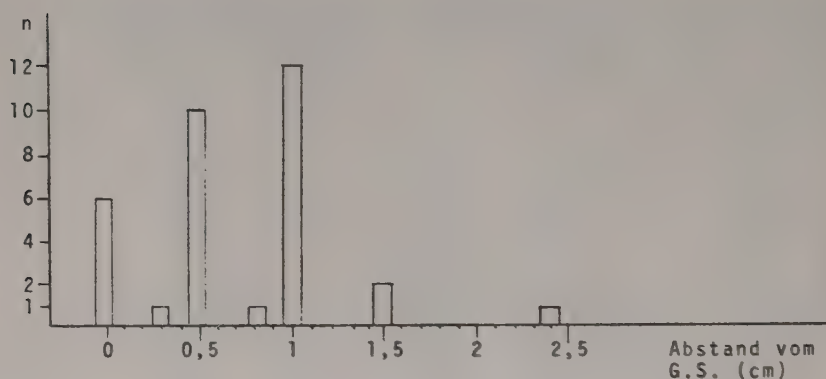


Abbildung 5

Distanz (cm) zwischen dem Eintritt des R.profundus in den M.supinator und der Teilung des N.radialis in R.profundus und R.superficialis (vergleiche Tabelle 3)

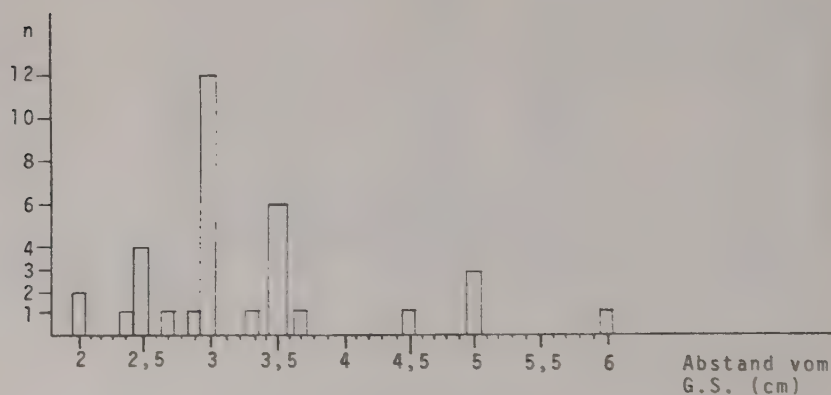


Tabelle 4

Abgang des Astes zum M.supinator, Aufteilung des R.prof. in den N.int. und die Rami dorsales, und Länge des Supinatorkanals

Präparat	Distanz (cm) zwischen der Teilung des N.r. in R.prof. u. R.supf. und dem Abgang des Astes zum M.sup.	Aufteilung (cm) des R.prof.: im Kanal (vom Kanal- eingang gemessen)	außerhalb (vom Kanal- ausgang gemessen)	Kanallänge
1	2,0	-	-	-
2	1,0	0,5		4,5
3	1,0		0	3,5
4	0,5		0	5,0
5	1,5		0,5	4,0
6	3,5		1,0	4,5
7	3,5	1,5		3,2
8	1,0		1,0	4,0
9	1/1,5		0,5	3,6
10	0,5		0,1	3,5
11	2,9		0	2,9
12	1,0		0,5	3,9
13	1,0	5,2		5,5
14	1,0	3,7		4,0
15	3,0		0	3,5
16	0		0,5	4,5
17	0,5		0	3,0
18	3,0	-		-
19	0	2,0		4,0
20	0	3,0		4,0
21	0		0,5	4,2
22	-		0,5	6,0
23	4,0		0,5	5,5
24	1,0	5,0		6,0
25	0/2,5		0	4,0
26	1,5		0,5	4,5
27	0,5		0,5	3,3
28	1/1,5		0	3,5
29	0/1,5		0,5/3	4,8
30	3,5	1,0		3,2
31	0/2,8	3,5		4,0
32	2,0	1,0		4,0
33	0/1,8		0	5,2
34	0	2,5		3,5
35	2,0		0	3,5
$\bar{X}=1,42$		$\bar{X}=2,63$	$\bar{X}=0,34$	$\bar{X}=4,13$
		n=33,3%	n=66,6%	

Tabelle 5

Austrittsstelle des R.prof. aus dem M.sup., Höhe des Hervortritts des R.supf. unter oder durch die Sehne des M.br., und Abgangshöhe des Nervenastes zur Daumenregion in cm gemessen

Präparat	Distanz vom Muskel- unterrand zur Austrittsstelle des R.prof. aus dem M.supinator	R.superficialis		
		Hervortritt durch die Sehne	Abstand vom H.S.	Abgabe des Daumenastes
1	-		9,0	5,0
2	0		8,0	5,0
3	2,0		5,0	-
4	0,5		9,0	5,0
5	0,5		8,0	-
6	2,0		9,0	-
7	1,5		7,0	4,0
8	1,5		9,0	5,0
9	0,5		9,0	6,0
10	1,0		4,5	3,0
11	0,3		-	-
12	0,6		9,5	4,5
13	0		10,0	7,5
14	1,0		8,0	4,0
15	1,5		8,0	5,5
16	0		9,0	9,0
17	3,0	+	9,0	5,0
18	-		9,0	8,0
19	0		9,0	-
20	1,0		7,5	5,5
21	0,3	+	8,0	3,5
22	1,0	+	8,0	4,0
23	0		7,5	-
24	2,0		8,5	7,0
25	0,5		8,5	6,0
26	0,3		9,5	9,5
27	1,7		8,5	6,0
28	1,0		8,0	-
29	2,0		7,0	6,5
30	1,5		9,0	6,5
31	0,5		8,0	5,5
32	1,0		10,0	6,5
33	0,9		8,0	5,0
34	2,0		8,0	5,0
35	1,5	+	9,0	8,0
$\bar{X}=1,0$			$\bar{X}=8,29$	$\bar{X}=5,75$

n=11,76%

Abbildung 6

Distanz (cm) zwischen dem Hervortritt des R. superficialis unter oder durch die Sehne des M. brachioradialis und dem Spalt des Handgelenks (vergleiche Tabelle 5)

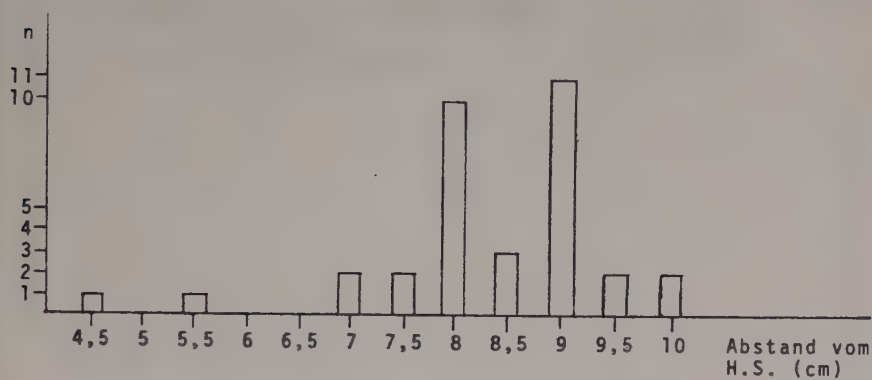


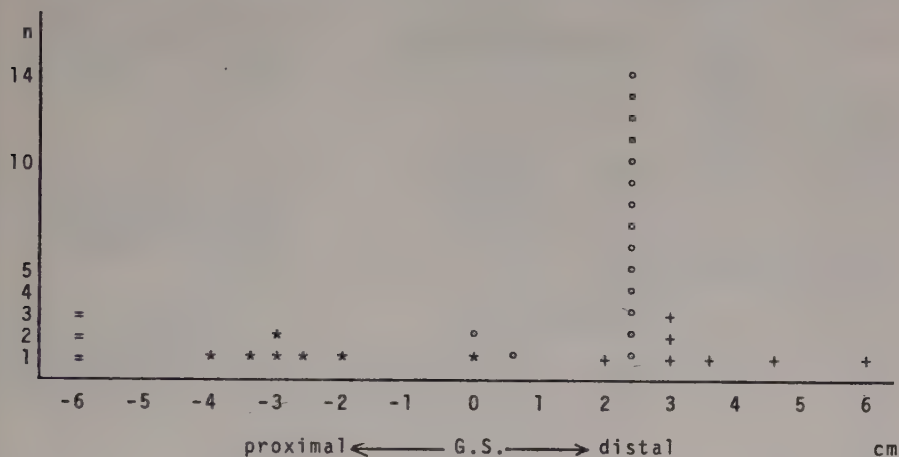
Tabelle 6

Lage straffer Bindegewebsstrukturen und kreuzender Blutgefäße, die den N.radialis fixieren

Präparat	Fixation im Septum inter-muskuläre lat.	kreuzende Bindegewebszüge	einengende Gefäße am: Eintritt in M.sup.	R.supf.	R.prof.
			(gemessen in cm vom G.S.)		
1			+		
2		-2,0	+		
3			+		
4		-2,5			
5		0/-3			
6			+		
7					
8	+	-3,3			
9				+6,0	
10					
11					
12				+2/+3	
13			+		
14			+		
15					
16			+		
17			+		
18		-4,0			
19				+3,0	
20				+3,0	
21					
22					
23		-3,0			
24	+		+		
25			+		
26	+				
27					+0,5
28					
29					
30		-6,0			
31			+		
32			+	+3,5/+4,5	
33					
34				0	0
35			+		
	n=3	n=7	n=14	n=6	n=2
	(8,6 %)	(20,0 %)	(37,2 %)	(17,2 %)	(5,7 %)

Abbildung 7

Lage straffer Bindegewebsstrukturen und kreuzender Blutgefäße, die den N. radialis fixieren (vergleiche Tabelle 6)



= Fixierung im Septum intermuskuläre laterale

* kreuzende Bindegewebszüge

o einengende Gefäße (R. profundus)

+ einengende Gefäße (R. superficialis)

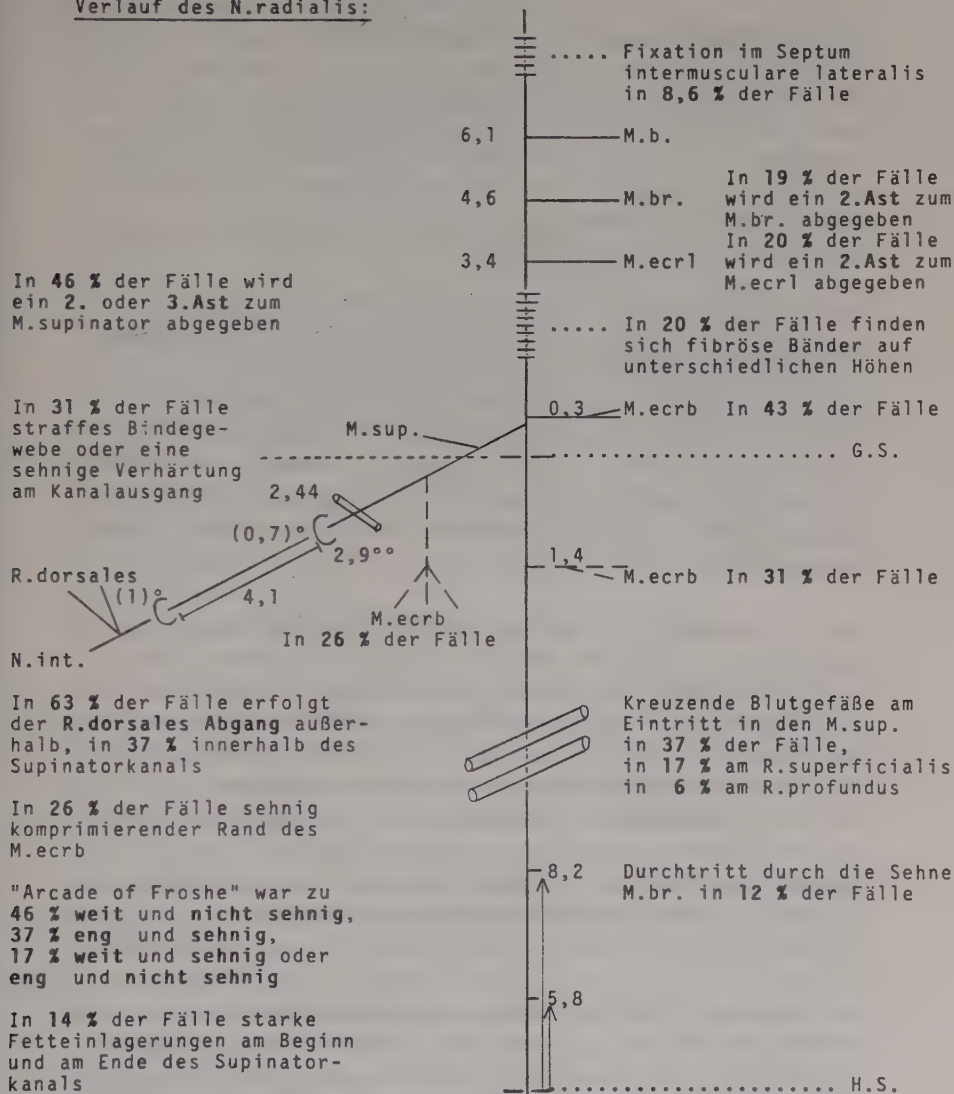
Tabelle 7

Beschaffenheit des Randes des M.ecrib, der "Arcade of Froshe" und der Austrittsstelle des R.prof. aus dem M.supinator

Präparat	Sehniger Rand M.ecrib	"Arcade of Froshe" weit/eng sehnig/Muskel			M.supinator (R.prof.) Austritt sehnig Aus- Eintritt Fett		
1	+	+		+	+		
2			+	+			
3	+	+		+			+
4			+	+lateral	+		
5		+		+lateral	+		
6			+	+		+	
7			+	+			
8		+			+		
9		+			+		
10	+		+	+			
11			+	+			
12		+			+		
13		+			+		
14	+	+		+		+	
15			+	+		+	
16		+			+		
17	+		+	+			
18		+		+lateral	+	+	
19		+		+			
20			+	+		+	
21		+			+		
22			+	+			
23	+		+	+			
24	+	+			+		
25			+	+			
26		+			+		
27		+			+	+	
28			+	+			
29	+	+			+		
30			+	+			
31		+			+		+
32		+			+		+
33		+			+	+	+
34	+	+			+		
35	+	+			+	+	
	n=9	+ 16x (45,7%) + 13x + 37,1% gemischt 17 %			n=11	n=1	n=4
	25,7%				31,4%	14,3%	

Aus den Untersuchungsergebnissen ergibt sich somit folgender

Verlauf des N.radialis:



Die Zahlen geben die Distanzen (cm) vom humero-radialen Gelenk gemessen an

° Der Beginn des Supinatorkanals liegt 0,7 cm distal des Muskeloberrandes, das Ende 1 cm proximal des Muskelunterrandes

°° Die Länge des R. profundus zwischen Gelenkspalt und Supinatorkanal beträgt 2,9 cm, da der Nerv nicht gerade verläuft

DISKUSSION

Zum Verlauf des N. radialis und seiner Äste

Der Verlauf des N. radialis und seiner Äste (R. superficialis und R. profundus), wie er sich an unseren Präparaten darstellt, entspricht im wesentlichen den allgemeinen Angaben der anatomischen Literatur (2,8,11,12). Die chirurgische Literatur nimmt gewöhnlich nur zu klinischen Problemen Stellung.

Die Lage des Punktes an dem sich der N. radialis in R. profundus und R. superficialis teilt, wird in anatomischen und chirurgischen Lehrbüchern summarisch angegeben, z.B. "etwas proximal vom Gelenkspalt" (8,12). Nach unseren Befunden teilt sich der N. radialis in R. profundus und R. superficialis häufig in Höhe des humero - radialen Gelenkspalts, oder im Abstand von 1 cm. Es finden sich auch Distanzen bis zu 3 cm proximal bzw. 1,5 cm distal des Gelenkspalts.

Der R. profundus erreicht nach unseren Befunden etwa 1,7 cm distal des Gelenkspalts den M. supinator und tritt 0,7 cm unter dem Muskelrand (also ca. 3,19 cm nach der Aufteilung des N. radialis bzw. 2,44 cm distal des Gelenkspalts) in den Supinatorkanal ein. Die Austrittsstelle des R. profundus liegt im Mittel 1 cm vom Unterrand des M. supinator entfernt. Die Länge des Supinatorkanals beträgt etwa 4,13 cm.

Angaben zum Eintritts- und Austrittspunkt des R. profundus in und aus dem M. supinator, sowie zur Länge des Supinatorkanals, fehlen in der Literatur.

Der R. superficialis zieht nach unseren Befunden am proximalen Unterarm zwischen dem M. brachioradialis und dem M. supinator nach distal und tritt durchschnittlich 8 - 9 cm oberhalb des Handgelenkspalts ulnar der Sehne des

M. brachioradialis oder in 12 % der Fälle durch die Sehne des M. brachioradialis in die Subcutis ein.
Genaue Angaben zu dem Eintritt des R. superficialis in die Subcutis und Angaben über die Möglichkeit des Durchtritts des R. superficialis durch die Sehne des M. brachioradialis sind der Literatur nicht zu entnehmen.

Zu den motorischen und sensiblen Ästen

Der N. radialis entsendet nach unseren Befunden in der Ellenbeuge motorische Nervenäste zum M. brachialis bis in etwa 1/4 der Fälle. Diese Äste zum Beugemuskel entspringen 6,13 cm proximal des Gelenkspalts. Sie sind dafür verantwortlich, daß bei Ausfall des N. musculocutaneus eine Beugung im Ellbogen noch möglich ist.

Der Ast zum M. brachioradialis verläßt den N. radialis nach unseren Befunden 4,61 cm oberhalb des Ellenbogengelenks. In 17 % der Fälle ist dieser Ast doppelt, in 3 % dreifach ausgebildet.

Die Literatur erwähnt nur das Vorkommen dieser Äste.

Der M. extensor carpi radialis longus erhält nach unseren Befunden in 74 % der Fälle einen Nervenast, der 3,49 cm proximal des Gelenkspalts aus dem N. radialis entspringt. In 20 % der Fälle gehen 2 Nervenäste ab, von denen der eine 4,21 cm, der andere 2,07 cm proximal des Gelenkspalts entspringt. In einem Fall entspringt dieser Nervenast aus dem R. profundus, in einem weiteren Fall entspringen der Ast des langen und ein Ast des kurzen Handstreckers aus einem gemeinsamen Stamm.

Der Nervenast zum M. extensor carpi radialis brevis geht in 43 % der Fälle aus der Aufteilungsstelle in R. profundus und R. superficialis, in 31 % aus dem R. superficialis und in 26 % aus dem R. profundus hervor. In einem Fall entspringt ein zusätzlicher Ast zum M. extensor carpi radialis brevis aus einem gemeinsamen Nervenstamm für den M. extensor carpi

radialis longus und brevis.

Genauere Angaben zur Abgangshöhe und über Verzweigungsmuster fehlen in der Literatur. Besondere Beachtung verdient die Tatsache, daß der in der Literatur als rein sensibel bezeichnete R. superficialis in 1/3 der Fälle einen motorischen Nervenast zum M. extensor carpi radialis brevis entsendet.

Zum M. supinator entsendet der R. profundus 1 - 3 Äste, bevor er in den Supinatorkanal eintritt. Der Abgang der R. dorsales erfolgt in 67 % der Fälle, wie es in der Literatur beschrieben wird, nach dem Austritt des R. profundus aus dem Supinatorkanal. In 1/3 der Fälle entspringen R. dorsales im Supinatorkanal und treten mit dem R. profundus aus dem M. supinator hervor. Eine Innervation des M. supinator durch mehrere Äste und ein Abgang der R. dorsales im Supinatorkanal werden bei den Verlaufsbeschreibungen des R. profundus in der Literatur nicht erwähnt.

Kompressionsstellen

Am Oberarm fixieren nach unseren Befunden straffe Bindegewebszüge den N. radialis am Septum intermuskulare laterale (d.h. etwa 6 cm oberhalb des Gelenkspalts) und im "Radialtunnel" (d.h. bis zu 4 cm oberhalb des Gelenkspalts) an Muskelfascien. An dieser Stelle ist die Verlaufsstrecke für den N. radialis sehr eng. Deshalb ist bei raumfordernden Prozessen eine Druckschädigung des Nerven denkbar. Dies wird durch klinische Beobachtungen von LISTER, BELSOLE und KLEINERT (13) bestätigt, auch wenn die Autoren das einengende "fibröse Band im Radialtunnel" nicht näher beschreiben.

Am Unterarm kreuzen nach unseren Befunden Bänder (am Austritt des R. profundus aus dem Supinatorkanal) und Gefäße

die Äste des N. radialis.

"Bänder", die auf den R. profundus Druck ausüben können und deren operative Entfernung bestehende Beschwerden besserten (4,13,23), werden selten beschrieben. Sie engen nach der Literatur den Ausgang des Supinatorkanals ein (dies entspricht unseren Befunden) oder liegen kurz nach der Teilung des N. radialis (etwas distal des Gelenkspalts) am R. profundus (23).

Im Verlauf des R. superficialis konnten wir keine "Bänder" nachweisen. Dieser Befund steht im Einklang mit der Literatur, die ebenfalls keine "Bänder" erwähnt.

Blutgefäße, die die Nerven kreuzen, finden sich nach unseren Befunden vom Ursprung des R. profundus bis zum Beginn des Supinatorkanals, sowie am R. superficialis etwa 2 bis 6 cm nach seinem Ursprung. Diese Gefäße können auf die Nerven Druck ausüben und zu Griffschwäche, Bewegungseinschränkungen und Schmerzen führen. Nach operativer Entfernung dieser Gefäße verschwinden die Drucksymptome (13,14,22).

Als Ursache für eine Kompression des R. profundus wird in der Literatur (10,13,21,22,28) auch der sehnige Rand (Ursprungssehne) des M. extensor carpi radialis brevis angesehen. Der R. profundus zieht nach unseren Befunden um den ulnaren Rand des Muskels. Wenn die Ursprungssehne des M. extensor carpi radialis brevis sehr weit nach distal reicht (in etwa 1/4 unserer Präparate), muß der Nerv bogenförmig um die Sehnenkante herumziehen. Bei Kontraktion kann diese Kante auf den Nerv drücken. Die Besserung der Symptome (Griffschwäche, Bewegungseinschränkungen und Schmerzen im Unterarmbereich) wird durch operative "Durchtrennung der scharfen Muskelkante" erreicht (10,13,21,22,28).

Der R. profundus des N. radialis wird in 37 % der von uns untersuchten Fälle bei seinem Eintritt in den M. supinator durch die "Arcade of Froese" eng und sehnig umschlossen.

Diese Beobachtung deckt sich mit den Berichten mehrerer Autoren (13,18,21,22,28,29), die diesen fibrösen - membranösen, sehnenartigen Bogen in einen kausalen Zusammenhang zu Schmerzen und Bewegungseinschränkungen der Finger- und Handextensoren mit Ausnahme des M. extensor carpi radialis longus und brevis, M. brachioradialis und M. supinator bringen. Der M. extensor carpi radialis brevis, M. extensor carpi radialis longus, M. brachioradialis und M. supinator sind nach diesen Autoren nicht betroffen, weil die Nerven dieser Muskeln proximal des Engpasses aus dem N. radialis oder R. profundus abzweigen.

Für die Behauptung von SOMMERVILLE (24) und MUMENTHALER (21), daß der Supinatorkanal einen Engpaß für den R. profundus darstellt, fanden wir an den von uns untersuchten Präparaten keinerlei Hinweis. Der Supinatorkanal war nie eingeengt (außer an seinem Beginn: "Arcade of Froese"). Auch am R. profundus fanden sich keinerlei Zeichen einer Kompressionschädigung. Da auch beide Autoren keine näheren Angaben zur Lokalisation der Kompression machen und auch die gekammerten Fetteinlagerungen am Beginn und Ende des Supinatorkanals (an 5 Präparaten gefunden) in der Literatur nicht als Kompressionsursache des R. profundus auftauchen, scheint die "Engstelle" am Beginn des Supinatorkanals zu liegen.

In seltenen Fällen berichten Autoren (3,15,19,23,25) von gutartigen Tumoren (meist Lipome) im Ellenbogenbereich, die eine Größe bis zu 7 cm im Durchmesser erreichen können und je nach Lage den N. radialis komprimieren, oder auch einer zwischen dem oberflächlichen und tiefen Anteil des M. supinator gelegenen Cyste (1), die den R. profundus im Supinatorkanal einengt.

Die Autoren STÖHR und REILL (26) stellen bei einem Patienten eine 5 cm lange "Verdickung des Epineuriums" des N. radialis nach seinem Durchtritt durch das Septum intermuskulare

laterale fest. Die gleichzeitig auftretende geringe Parese des M. brachioradialis und fast vollständige Parese des M. supinator und der Extensoren des Handgelenks und der Finger verbesserten sich nach der operativen Entfernung der epineuralen Verdickung.

Tumore, Cysten, Entzündungen (16,17) oder Verdickungen des Epineuriums (26) konnten wir an unseren Präparaten nicht nachweisen. Diese Ursachen scheinen nach der Literatur sehr selten zu Nervenschädigungen zu führen.

Die Hauptursachen einer Schädigung des N. radialis oder seiner Äste scheinen nach unseren Befunden straffe Bindegewebszüge, Gefäßstränge, die Muskelkante des M. extensor carpi radialis brevis sowie die "Arcade of Froese" zu sein.

ZUSAMMENFASSUNG

An 35 Präparaten wurde der Verlauf des N. radialis im Ellenbogenbereich dargestellt. Die Verzweigungs-, Eintritts- und Austrittspunkte wurden lokalisiert und ausgemessen. Außerdem sollten mögliche Kompressionsstellen in diesem Bereich untersucht werden.

Nach dem Durchtritt durch das Septum intermusculare laterale zweigte vom N. radialis 6,13 cm proximal des Gelenkspalts des Ellenbogengelenks ein Nervenast zum M. brachialis und 4,61 cm ein Ast zum M. brachioradialis ab. Zum M. extensor carpi radialis longus gab der N. radialis meist einen Ast (selten zwei Äste) etwa 3,5 cm oberhalb des Gelenkspaltes ab. Der Nervenast zum M. extensor carpi radialis brevis ging entweder aus der Aufteilung des N. radialis in R. profundus und R. superficialis, oder aus dem R. profundus oder R. superficialis hervor. Der R. profundus trat 3,19 cm nach der Aufteilungsstelle (0,28 cm oberhalb des Gelenkspalts) in den M. supinator ein. Auf dieser Verlaufsstrecke gab der R. profundus 1 - 3 Nervenäste zum M. supinator ab. Die Eintrittsstelle des R. profundus in den M. supinator lag 2,44 cm distal des Gelenkspalts und war vom Oberrand des M. supinator 0,71 cm entfernt. Die Austrittsstelle lag 1 cm vom Unterrand des M. supinator entfernt. Die Länge des Supinatorkanals betrug 4,13 cm. Der Abgang der R. dorsales erfolgte in 2/3 der Fälle 0,34 cm nach dem Austritt des R. profundus aus dem Supinatorkanal. In 1/3 der Fälle zweigten die R. dorsales im Supinatorkanal (2,63 cm nach dem Eintritt des R. profundus) ab. Nach seinem Austritt verlief der R. profundus als N. interosseus auf der Membrana interossea und innervierte die tiefen Muskelschichten dieser Region.

Der R. superficialis zog nach der Aufteilung des N. radialis in R. profundus und R. superficialis zwischen dem M. brachioradialis und M. extensor carpi radialis

distalwärts. 8,29 cm oberhalb des Handgelenkspaltes trat der R. superficialis ulnär der Sehne oder durch die Sehne des M. brachioradialis in die Subcutis ein. 5,75 cm proximal des Handgelenkspaltes ging ein Nervenast zur Daumenregion ab.

Als Kompressionsursachen des N. radialis fanden wir straffe Bindegewebszüge im "Radialtunnel" und im Austrittsbereich des R. profundus aus dem M. supinator. Blutgefäße engten den R. profundus vor allem an seinem Eintritt in den Supinatorkanal und den R. superficialis 3 cm nach der Aufteilung des N. radialis in R. profundus und R. superficialis ein. Die Ursprungssehne des M. extensor carpi radialis brevis (1/4 der Fälle) und die "Arcade of Froese" (1/3 der Fälle) halten wir für weitere mögliche Kompressionsstellen.

Die Untersuchungsergebnisse wurden mit den Angaben der Literatur verglichen.

LITERATURVERZEICHNIS

- 1) BOWEN T.L., STONE K.H.
Posterior Interosseus Nerve Paralysis caused by a
Ganglion at the Elbow
J. of Bone and Joint Surg. 48-B, 774 - 776 (1966)
- 2) BRAUSS H.
Anatomie des Menschen
(3.Band, 2.Auflage, S.136 - 138)
Springer, Berlin, 1960
- 3) CAPENER N.
The Vulnerability of the Posterior Interosseus Nerve
of the Forarm
J. of Bone and Joint Surg. 48-B, 770 - 773 (1966)
- 4) DERKASH R.S., NIEBAUER J.J.
Entrapment of the Posterior Interosseus Nerve by a
fibrous band at the dorsal edge of the supinator
muscle and erosion of a groove in the proximal radius
J. Hand Surg. 6, 524 - 526 (1981)
- 5) EVERSMAW W.
Compression and Entrapment neuropathies of the upper
extremity
J. Hand Surg. 8, 759 - 766 (1983)
- 6) FELDMEIER CH., WILHELM K., GRADINGER R.
Das Supinator Syndrom
Plastische Chirurgie 5, 178 - 183 (1981)

- 7) FELDMEIER CH., WILHELM K., GRADINGER R., BRACKER W.
Epicondylitis humeri lateralis
MMW 7, 259 - 262 (1981)
- 8) FRICK H., LEONHARDT H., STRACK D.
Allgemeine Anatomie, Spezielle Anatomie 1
(Band 1, S.236 - 254)
Thieme, Stuttgart, New York, 1980
- 9) FROHSE, FRÄNKEL M.
Die Muskeln des menschlichen Armes (S.164 - 169)
Fischer G., Jena, 1908
- 10) GATTINI J.F.
The Anatomy of the Radial Nerve at the Elbow and its
relationship to Tennis Elbow
J. of Bone and Joint Surg. 50-A, 843 (1968)
- 11) GULEKE N., ZENKER R.
Allgemeine und spezielle chirurgische Operationslehre
(Band 10, Teil 1, S.265 - 267)
Springer, Berlin, 1956
- 12) v. LANZ T., WACHSMUTH W.
Praktische Anatomie
(Band 1, Teil3: Arm, S.137 - 138, 168 - 170, 179)
Springer, Berlin, 1935
- 13) LISTER G.D., BELSOLE R.B., KLEINERT H.E.
The radial tunnel syndrome
J. Hand Surg. 4, 52 - 59 (1979)
- 14) LOWE E.P.
Pain in the upper limb
J. of Bone and Joint Surg. 45-B, 620 (1963)

- 15) LÖSER R., PRILL A., RITTMAYER K., SOLLMANN H.
 Das nicht traumatische Supinatorlogensyndrom des Nervus
 radialis und seine Abgrenzung zum cervicalen
 Wurzelreizsyndrom
 Z.Neurol. 201, 337 - 347 (1972)

- 16) MARMOR L., LAWRENCE J., DUBOIS E.
 Posterior Interosseus Nerve Palsy Due to Rheumatoid
 Arthritis
 J. of Bone and Joint Surg. 49-A, 381 - 383 (1967)

- 17) MILLENDER L.H., NALEBUFF E., HOLDSWORTH D.
 Posterior Interosseus Nerve Syndrome Secondary to
 Rheumatoid Synovitis
 J. of Bone and Joint Surg. 55-A, 753 - 757 (1973)

- 18) MITTELBAACH H.R.
 Allgemeine und spezielle Operationslehre
 (3.Teil, S.260 - 263)
 Springer, Berlin, 1972

- 19) MOON N., MARMOR L.
 Parosteal Lipoma of the Proximal Part of the Radius
 J. of Bone and Joint Surg. 46-A, 608 - 613 (1964)

- 20) MOSS S.H., SWITZER H.E.
 Radial tunnel syndrome
 J. Hand Surg. 8, 414 - 420 (1983)

- 21) MUMENTHALER M., SCHLIACK H.
 Läsionen peripherer Nerven (S.232 - 243)
 Thieme, Stuttgart, 1973

- 22) ROLES N.C., MAUDSLEY R.H.
 Radial Tunnel Syndrome
 J. of Bone and Joint Surg. 54-B, 499 - 508 (1972)

- 23) SHARRARD W.J.W.
Posterior Interosseus Neuritis
J. of Bone and Joint Surg. 48-B, 777 - 780 (1966)
- 24) SOMMERVILLE E.W.
Pain in the upper limb
J. of Bone and Joint Surg. 45-B, 621 (1963)
- 25) SOULE E.H., BARBER K.W., MACCARTY C.S.
Benign Extranatural Soft-Tissue Tumors of the
Extremities causing Compression of Nerves
J. of Bone and Joint Surg. 44-A, 98 - 104 (1962)
- 26) STÖHR M., REILL P.
Chronic Compression Syndrome of the Radial Nerve
above the Elbow
Muscle and Nerve Sep/Okt, 446 - 447 (1980)
- 27) THOMAS W., TILLMANN B.
Engpaßsyndrome des Nervus radialis im Ellenbogebereich
im Rahmen der Epicondylitis humeri radialis
Z.Orthop. 118, 41 - 46 (1980)
- 28) TORKLUS D.
Bedeutung und Therapie des Supinator-syndroms bei der
Epicondylitis lateralis
Orthopädische Praxis 4, 282 - 283 (1977)
- 29) WILLIAM D., SPONSELLER P.D.
Double-entrapment radial tunnel syndrome
J. Hand Surg. 8, 420 - 423 (1983)

30) MITT TH.N.

Engels-Syndrome peripherer Nerven

MMW 40, 1374 - 1378 (1980)

Lebenslauf

Ich, Robert Maximilian Langguth, wurde am 27. Februar 1960 in München geboren. Mein Vater, Robert Wilhelm Langguth, ist Diplom-Ingenieur, meine Mutter, Hiltrud Langguth, geborene Marxer, ist Hausfrau.

Von 1966 - 1970 besuchte ich die Volksschule in München - Laim und von 1970 bis 1979 das Erasmus-Grasser-Gymnasium, wo ich 1979 mit der Allgemeinen Hochschulreife abschloß.

1980 begann ich das Studium der Zahnheilkunde an der Ludwig-Maximilians-Universität in München. 1986 erhielt ich meine Approbation als Zahnarzt.

